Gedruckt auf Kosten des Jerome und Margaret Stonborough-Fonds

Geologische Skizze der Südwestecke des Steinernen Meeres bei Saalfelden
mit besonderer Rücksicht auf die Diploporengesteine

Von

Julius Pia

(Mit 1 Karte, 1 Profiltafel und 1 Textfigur)

(Vorgelegt in der Sitzung vom 22. Februar 1923)

Die ersten Untersuchungen in dem Gebiete nordöstlich Saalfelden habe ich im Mai 1917 gemacht, als meine Batterie sich zur Umbewaffnung in diesem Markte befand. Die hohe Akademie der Wissenschaften in Wien hat es mir durch einen Geldbeitrag ermöglicht, im August 1919 eine Reihe weiterer Begehungen auszuführen und meine Beobachtungen abzurunden, auch die Karte gegen Norden so weit auszudehnen, daß sie an Hahn's Karte des Gebietes von Lofer anschließt. Der vorliegende Bericht darüber gehört zu einer Reihe von Untersuchungen, die die Aufgabe haben, unsere Kenntnis von der stratigraphischen Verbreitung der Dasycladaceen zu vertiefen. Es hat sich bald herausgestellt, daß dieses Ziel wegen der Schwierigkeit der geologischen Verhältnisse in den Alpen durch vereinzelte Ausflüge nur wenig gefördert werden kann. Vielmehr war es meist notwendig, einen zusammenhängenden Gebietsabschnitt ziemlich eingehend allseitig geologisch zu untersuchen. Bei der Auswahl der Gebiete mußte sowohl während des Krieges als in der Nachkriegszeit zufälligen Umständen ein nicht geringer Einfluß gewährt werden. Gelegenheit zu derartigen Untersuchungen ist in den nördlichen und südlichen Kalkalpen ja fast überall. Der Plan, die so entstehenden Aufsätze unter einem gemeinsamen Titel nach und nach in derselben Zeitschrift erscheinen zu lassen, mußte aus wirtschaftlichen Gründen aufgegeben werden. Diesem Übelstande hoffe ich jedoch durch eine spätere Zusammenfassung abzuhelfen.

Von einer zusammenhängenden Besprechung der Literatur über das Steinerne Meer kann ich nach dem, was andere, besonders

Hahn, in den letzten Jahren darüber geschrieben haben, absehen. Es wird genügen, die wichtigsten Arbeiten, die sich auf das untersuchte Gebiet selbst beziehen oder für einen Vergleich besonders in Betracht kommen, aufzuzählen. (Mit den **fett** gedruckten Schlagworten werden die Arbeiten weiter unten angeführt):

A. Bittner: Aus den **Salzburger Kalkhochgebirgen.** — Zur Stellung der Hallstätter Kalke (Verhandl. Geol. Reichsanst. Wien, 1884, p. 99).

A. Bittner: Geologische Verhältnisse der Umgebung von **Groß-Reifling** a. d. Enns (ebenda, p. 260).

A. Bittner: Aus den Umgebungen von Windischgarsten in Oberösterreich und **Palfau** in Obersteiermark (ebenda, 1886, p. 242).

A. Bittner: **Brachiopoden** der alpinen Trias (Abhandl. Geol. Reichsanst. Wien, Bd. 14, 1890).

A. Bittner: **Referat über Skuphos** (Verhandl. Geol. Reichsanst. Wien, 1892, p. 307).

A. Bittner: Über die Gattung **Rhynchonellina** Gemm. (Jahrb. Geol. Reichsanst. Wien, Bd. 44, 1894, p. 547).

E. Böse: Monographie des Genus **Rhynchonellina** Gemm. (Palaeontographica, Bd. 41, 1894, p. 49).

E. Böse: Zur Gliederung der Trias im **Berchtesgadener Lande** (Neues Jahrb., 1895, I, p. 218).

E. Böse: **Weitere Beiträge** zur Gliederung der Trias im Berchtesgadener und Salzburger Lande (Verhandl. Geol. Reichsanst. Wien, 1895, p. 251).

E. Böse: Beiträge zur Kenntnis der **alpinen Trias.** I. Die Berchtesgadener Trias und ihr Verhältnis zu den übrigen Triasbezirken der nördlichen Kalkalpen (Zeitschr. d. Deutschen geol. Ges., Bd. 50, 1898, p. 468).

E. Brückner: Die Vergletscherung des **Salzachgebietes** nebst Beobachtungen über die Eiszeit in der Schweiz (A. Pencks Geogr. Abhandl., Bd. 1, 1886, p. I).

G. Gemmellaro: Studj paleontologici sulla fauna del calcare a **Terebratula janitor** nel Nord di Sicilia (Palermo 1868—1876).

G. Geyer: Untersuchungen über die Lagerungsverhältnisse des **Lias** in den östlichen bayerischen Kalkalpen (Verhandl. Geol. Reichsanst. Wien, 1885, p. 293).

G. Geyer: Über die Lagerungsverhältnisse der **Hierlatzschichten** in der südlichen Zone der Nordalpen vom Paß Pyhrn bis zum Achensee (Jahrb. Geol. Reichsanst. Wien, Bd. 36, 1886, p. 215).

C. W. Gümbel: Geognostische Beschreibung des bayerischen **Alpengebirges** und seines Vorlandes (Gotha 1861).

K. W. v. Gümbel: Geologie von **Bayern.** II. Geologische Beschreibung von Bayern (Cassel 1894).

W. Hammer: »**Draxlehnerkalk**« bei Innsbruck (Verhandl. Geol. Reichsanst. Wien, 1897, p. 314).

E. Haug: Les nappes de charriage des Alpes calcaires septentrionales. 2ème partie. Les Alpes de **Salzbourg** (Bull. soc. géol. de France, ser. 4, vol. 6, 1906, p. 383).

F. Hahn: Zur Geologie der Berge des oberen **Saalachtales** (Verhandl. Geol. Reichsanst. Wien, 1911, p. 147).

F. Hahn: Geologie des oberen Saalachgebietes zwischen **Lofer** und Diesbachtal (Jahrb. Geol. Reichsanst. Wien, Bd. 63, 1913, p. 1).

F. Hahn: Grundzüge des Baues der nördlichen **Kalkalpen** zwischen Inn und Enns. I. Teil (Mitt. Geol. Ges. Wien, Bd. 6, 1913, p. 238).

R. Klebelsberg: Die Haupt-**Oberflächensysteme** der Ostalpen (Verhandl. Geol. Bundesanst. Wien, 1922, p. 45).

L. Kober: Über Bau und Entstehung der **Ostalpen** (Mitt. Geol. Ges. Wien, Bd. 5, 1912, p. 368).

H. Krauß: Zur Nomenklatur der alpinen Trias. »**Guttensteiner Kalk**« (Geognost. Jahresh., Bd. 26, 1913, p. 292).

E. v. Mojsisovics: Faunengebiete und Faciesgebilde der **Triasperiode** in den Ostalpen. Eine stratigraphische Studie (Jahrb. Geol. Reichsanst. Wien, Bd. 24, 1874, p. 81).

J. Novak: Über den Bau der **Kalkalpen** in Salzburg und im Salzkammergut (Anzeig. Akad. Wiss. Krakau, math.-naturw. Kl. Reihe A, 1911, p. 57).

A. Penck und **E. Brückner:** Die **Alpen im Eiszeitalter** (Leipzig, 1909).

K. Peters: Die salzburgischen Kalkalpen im **Gebiete der Saale** (Jahrb. Geol. Reichsanst., Bd. 5, 1854, p. 116).

J. Pia: Bericht über die im Sommer 1919 mit Unterstützung der hohen Akademie der Wissenschaften ausgeführten geologischen Aufnahmen (Anz. Akad. Wiss. Wien, Math.-naturw. Kl., Bd. 57, 1920 p. 199).

M. Schlosser: Das Triasgebiet von **Hallein** (Zeitschr. der Deutschen geol. Ges., Bd. 50, 1898, p. 333).

Th. Skuphos: Die stratigraphische Stellung der **Partnach-** und der sogenannten Unteren *Cardita*-**Schichten** in den Nordtiroler und bayerischen Alpen (Geognost. Jahresh., Bd. 4, 1891, p. 87).

E. Spengler: Die Gebirgsgruppe des Plassen und Hallstätter Salzberges im Salzkammergut. Eine geologische Monographie (Jahrb. Geol. Reichsanst. Wien, Bd. 68, 1918, p. 285).

F. Trauth: Die geologischen Verhältnisse an der Südseite der **Salzburger Kalkalpen** (Mitt. Geol. Ges. Wien, Bd. 9, 1916, p. 77).

H. Zugmayer: Untersuchungen über rhätische Brachiopoden (Beitr. Pal. Öst.-Ung., Bd. 1, 1880, p. 1).

Bezüglich der in der Arbeit erwähnten Diploporen vergleiche man:

J. v. Pia: Neue Studien über die triadischen *Siphoneae verticillatae* (Beitr. Geol. Öst.-Ung., Bd. 25, 1912, p. 25) und

J. Pia: Die **Siphoneae verticillatae** vom Karbon bis zur Kreide (Abhandl. Zool.-bot. Ges. Wien, Bd. 11, 1920, H. 2).

Die an einigen Stellen verwendeten statistischen Methoden findet man vollständig dargestellt in den beiden Büchern:

W. Johannsen: Elemente der exakten **Erblichkeitslehre** mit Grundzügen der biologischen Variationsstatistik (Jena 1913) und

J. Pia: Untersuchungen über die Tektonik der **Lessinischen Alpen** und über die Verwendung statistischer Methoden in der Tektonik (Denkschr. Naturh. Mus. Wien, Bd. 2, 1923).

Erst nach Abschluß des Manuskriptes erhielt ich die sehr wichtige Arbeit:

F. Machatschek: Morphologische Untersuchungen in den **Salzburger Kalkalpen** (Ostalpine Formenstudien, Abt. 1, H. 4, Berlin 1922).

I. Stratigraphie.

1. Werfener Schichten.

Der Phyllit nimmt in dem kartierten Gebiet nur eine sehr geringe Fläche ein und ist außerdem sehr schlecht aufgeschlossen. Es lag kein Anlaß vor, sich näher mit ihm zu beschäftigen. Seine Grenze gegen die Werfener Schichten ist ganz unscharf, weil deren liegende Abschnitte stark metamorph sind. Es ist nicht ausgeschlossen, daß ein Teil des als Phyllit kartierten Gesteins in Wirklichkeit der untersten Trias angehört. Die Unmöglichkeit, zwischen beiden Gebilden eine scharfe Grenze zu ziehen, hat schon Bittner besprochen.[1]

Die deutlich als solche erkennbaren Werfener Schichten setzen sich vorwiegend aus folgenden Gesteinen zusammen:

Dunkelrote bis violette, dünnplattige bis schuppige, oft etwas unebenflächige, schwach serizitische Tonschiefer. Sie sind nicht selten feinsandig, selbständige Sandsteinbänke kommen aber innerhalb der Schiefer kaum vor.

Graue, sandige Schiefer spielen nur eine sehr geringe Rolle.

Tiefrote, plattige, glimmerreiche Sandsteine.

Fleischrote, eher glimmerarme Sandsteine von sehr gleichmäßigem Korn. In typischer Entwicklung ist das Gestein ebenflächig geplattet, mit Glimmerbelag auf den Schichtflächen, doch kommen auch krummflächige Abänderungen vor. Die Bänke sind meist 5 bis 30 *cm* mächtig. Durch Undeutlichwerden der Quarzkörner geht das

---

[1] Salzburger Kalkhochgebirge, p. 101 und 102.

Gestein in Quarzit über. Manchmal ist es von Quarzgängen durchsetzt, die uns zeigen, daß diese Umwandlung in Quarzit offenbar durch wässerige Kieselsäurelösungen bewirkt wurde. Schiefer treten im Verband mit dieser Gesteinstype kaum auf.

Weiße, plattige Sandsteine mit kleinen braunen Rostflecken.

Weiße oder grünliche, seltener rötliche, metamorph aussehende serizitische Quarzite. Das Gestein ist mehr oder weniger schiefrig, meist ausgesprochen krummflächig, manchmal griffelig zerfallend oder in Schuppen aufgelöst.

Graue oder graugrüne, gelbbraun bis rotbraun verwitternde, fast immer auffallend wulstige bis kleinknollige Sandsteine, erfüllt von sehr schlecht erhaltenen unbestimmbaren Fossilsteinkernen.

Manche dieser Gesteinstypen, wie die roten, glimmerreichen Sandsteine, treten in der ganzen Mächtigkeit der Werfener Schichten auf. Kaum einer ist streng auf einen Horizont beschränkt. Im ganzen läßt sich aber doch folgende Regel aufstellen: Die violetten Schiefer und die grünlichen Serizitquarzite wechsellagern miteinander und folgen scheinbar sofort über dem Phyllit. Die fleischfarbigen, glimmerarmen Sandsteine und Quarzite machen die Hauptmächtigkeit der Stufe aus und herrschen in ihrem mittleren Teil. Die Muschelsandsteine, die oft mit roten Sandsteinen vergesellschaftet sind, treten im hangendsten Teil gleich unter der anisischen Stufe auf. Sie sind wohl identisch mit den »Gervillienreichen oberen Werfener Schiefern«, die nach Bittner[1] besonders leicht kenntlich sind und unmittelbar unter dem Muschelkalk liegen. Dadurch ergibt sich eine Dreiteilung der Werfener Schichten. Es wurde versucht, diese auch bei der Kartenaufnahme festzuhalten, um die mächtige Gesteinsmasse etwas zu gliedern, obwohl die Grenzen ja natürlich ganz unscharf sind.

Als Beispiel für den lithologischen Aufbau der Werfener Schichten sei eines der wenigen größeren zusammenhängenden Profile wiedergegeben, das sich in diesem Gesteinsglied gewinnen ließ, nämlich das des Grabens, der ziemlich genau südlich des Gipfels des Bürgerberges entspringt und nächst den östlichsten Häusern von Ramseiden in den Jufersbach mündet. Auf dem Gipfel des Bürgerberges herrschen die braunen und grauen sowie tiefrote, glimmerreiche Sandsteine der oberen Werfener. Quarzitähnliche Schichten treten sehr zurück, auch unter den losen Sücken. In etwa 1130 *m* Höhe beginnen die zusammenhängenden Aufschlüsse. Sie zeigen:

8. Fleischrote, plattige Quarzite ohne Einschaltungen anderer Gesteine. Fallen flach bergwärts.

7. Von etwa 1050 *m* an werden die Quarzite sehr glimmerreich, mehr schieferig-bröcklig.

---

[1] A. a. O., p. 101.

6. Es erscheinen gelblichweiße, dünnplattige, teilweise stark verbogene Quarzite. Mächtigkeit nur einige Meter.

5. In 1010 *m* Höhe liegen mit scharfer Grenze unter dem Quarzit flach bergwärts fallende violette Schiefer.

4. 1000 *m*: Sehr glimmerreicher, silberweißer, dünnschieferiger Quarzit, der fast wie Phyllit aussieht.

3. 995 *m*: Rotviolette, vollständig flach liegende Schiefer. Einzelne Gesteinsteile sind bei sonst ganz gleicher Beschaffenheit grünlichweiß.

2. 910 *m* hoch, bei einem Steg über den Graben, folgen unter den roten Schiefern mit scharfer Grenze helle bis eisengraue, sehr glimmer- und quarzreiche, metamorph aussehende Schiefer.

1. 890 *m* hoch steht im Bach ein fester, heller Qarzit an. Einfallen 26° NO.

Von da an sind die Aufschlüsse nicht mehr zusammenhängend. Sie zeigen nur Quarzite, die wohl durchwegs noch zu den Werfener Schichten gehören, wenn sie auch teilweise sehr metamorph sind.

Es ist dies das Profil, in dem ich früher eine Schuppung zwischen Werfener Schiefer und Pinzgauer Phyllit zu erkennen glaubte.[1] Nach nochmaliger Begehung bin ich von dieser Auffassung abgekommen. Alle angeführten Gesteine gehören wohl sicher noch der Trias an. Ob aber die Gesteinsfolge im unteren Teil des Profiles eine normale ist oder ob das wiederholte Auftreten der violetten Schiefer nicht doch tektonisch zu erklären ist, erscheint mir auch heute noch sehr zweifelhaft.

Ein Vergleich der Werfener Gesteine von Saalfelden mit denjenigen des Werfen-St. Martiner Schuppenlandes, von denen Herr Dr. Trauth mir eine reiche Serie freundlichst vorwies, zeigt, daß die meisten Typen übereinstimmen. Nur die ausgesprochen grünen Quarzite scheinen bei Saalfelden zu fehlen. Die Aufeinanderfolge ist im einzelnen ziemlich verschieden. Ich möchte dem aber keine größere Bedeutung beimessen, nicht nur, weil eine Konstanz rein lithologischer Horizonte nach dem ganzen Charakter der Ablagerung nicht zu erwarten ist, sondern auch, weil die Schichtfolge sicher durch tektonische Vorgänge verändert ist, die man kaum aufklären kann, wenn Zwischenschaltungen jüngerer Schichten fehlen. Von den mir genau bekannten Werfener Schichten des unteren Lammertales sind die von Saalfelden sehr verschieden. Vor allem fehlen dort alle die quarzitartigen Gesteine.

2. Saalfeldener Rauhwacke.

Aus der Literatur geht deutlich hervor, daß die unteranisische Rauhwacke bei Reichenhall nicht entwickelt ist. Ich halte deshalb

[1] Vgl. meinen Vorbericht.

den von Hahn gebrauchten Ausdruck »Reichenhaller Rauhwacke« für unglücklich. Es soll damit offenbar eine Rauhwacke vom Alter des Reichenhaller Kalkes bezeichnet werden. Dies widerspricht aber dem Grundsatz, daß die mit einem Ortsnamen zusammengesetzten Gesteinsbezeichnungen sich nicht auf den stratigraphischen Horizont als solchen, sondern auf eine bestimmte fazielle Ausbildung beziehen. Ich verwende deshalb den neuen Namen Saalfeldener Rauhwacke.

Dieses sehr merkwürdige Gesteinsglied ist nördlich Schloß Lichtenberg bei der Einsiedelei St. Georg in großen Wänden aufgeschlossen. Es handelt sich um eine Breccie aus eckigen, oft vollkommen scharfkantigen, dunkeln Dolomitstücken mit einem hellgrauen, kalkigen, meist porösen Bindemittel. Hahn[1] gibt an, daß auch Werfener Gesteine sich an der Zusammensetzung beteiligen. Sie treten jedenfalls gegenüber dem Dolomit ganz zurück. Er will außerdem Stücke von Dientener Schiefer gesehen haben. Ich habe vergeblich nach solchen gesucht und möchte fast bezweifeln, ob man solche kleine Stücke sicher erkennen kann. Da Hahn's Darstellung bei einem mit dem Gegenstand nicht vertrauten Leser den Eindruck erwecken muß, als ob die Rauhwacke nach Art einer echten Grundbreccie vorwiegend aus Bruchstücken der liegenden Gesteine zusammengesetzt wäre, möchte ich noch einmal betonen, daß sie sicher zu mehr als 99% aus dunklem Dolomit besteht, der mit dem Guttensteiner Dolomit vollständig übereinstimmt. Das Bindemittel ist manchmal ausgelaugt und die Bruchstücke sind dann nur durch dünne Überzüge von krystallinem Kalk verbunden, die ein unregelmäßiges System drusiger Hohlräume freilassen. Die typische Breccie macht nicht die Gesamtmasse des Gesteines der Wand aus. Man kann vielmehr verfolgen, wie die brecciöse Beschaffenheit allmählich zurücktritt und so ein ganz langsamer seitlicher Übergang in gewöhnlichen plattigen Guttensteiner Dolomit zustande kommt. Dieser Übergang ist nicht nur an der eigentlichen Grenze der beiden Gesteine zu erkennen, sondern auch in der Umgebung einzelner Schollen von normalem Dolomit, die in der Breccie schwimmen. Schon Peters, der erste Geologe, der die Rauhwacke von Saalfelden beschrieben hat, hat diese innige Zusammengehörigkeit mit dem Dolomit gebührend hervorgehoben.[2] Das ganze Gestein zeigt eine mehrere Meter mächtige, etwas unregelmäßige Bankung. Außerdem ist es von vielen Klüften durchsetzt, die oft Blöcke von etwas verschiedener Gesteinsbeschaffenheit trennen, also offenbar untergeordnete Bewegungsflächen sind. Schon Gümbel ist aufgefallen, wie stark die Mächtigkeit der Rauhwacke schwankt.[3] Beim Schloß Lichtenberg ist sie gut 300 *m* (vgl. Taf. 2, Fig. 3 und 4). Gegen Osten keilt sie aber außerordentlich rasch aus. Schon

---

[1] Kalkalpen, p. 297.

[2] Gebiet der Saale, S. 121.

[3] Alpengebirge, p. 161.

südlich der Steinalm ist sie nicht mehr nachweisbar und fehlt im ganzen östlichen Teil der Karte vollständig. Wie sie sich gegen Westen verhält, ist wegen der Bedeckung mit Quartär nicht zu erkennen. Dagegen ist schon lange bekannt, daß sie an entfernteren Stellen, sowohl bei Werfen als am Fuß der Leoganger Steinberge, wieder erscheint, wenn auch kaum je in solcher Mächtigkeit, wie bei Saalfelden. Der Guttensteiner Kalk scheint in der Gegend der stärksten Entwicklung der Rauhwacke etwas weniger mächtig zu sein als anderwärts. Doch ist seine Abnahme sicher nicht gleich der Dicke der Rauhwacke.

Stratigraphisch steht die Saalfeldener Rauhwacke an der Grenze von skythischer und anisischer Stufe. Sie wird deshalb von verschiedenen Forschern verschieden eingereiht. Peters [1] rechnet sie zum Guttensteiner Kalk. Trauth [2] zählt sie unter den Muschelkalkgesteinen des Werfen-St. Martiner Schuppenlandes auf. Dagegen ziehen sie Bittner [3] und Böse [4] zu den Werfener Schichten, wobei dieser jedoch betont, daß der Guttensteiner Kalk in die Rauhwacke übergeht.[5] Hahn zieht die Grenze der skythischen Stufe in seinen Säulenprofilen [6] immer über der Rauhwacke, obwohl er selbst der Meinung ist, daß die von Mojsisovics [7] aus in der Breccie eingeschlossenen Kalken erwähnte *Naticella costata* wohl eher *Neritaria stanensis*, also eine Leitform der anisischen Stufe, sein dürfte.[8] Meiner Meinung nach muß die Saalfeldener Rauhwacke unzweifelhaft zur anisischen Stufe gezogen werden.

Viel wichtiger als diese stratigraphische Frage ist aber die nach der Entstehung der merkwürdigen Breccie. In der Literatur scheint bis jetzt nur die Ansicht ausdrücklich niedergelegt zu sein, daß es sich um eine echte Sedimentärbildung am Sockel der Guttensteiner Schichten handle. Doch ist beispielsweise aus der Darstellung bei Hahn [9] deutlich zu erkennen, daß er sich auch mit einer anderen Deutung, nämlich als tektonische Breccie, beschäftigt hat. Mündlich wurde ich von Kollegen auf eine dritte Möglichkeit hingewiesen, die offenbar durch das sehr lockere Aussehen des Gesteins im Handstück eingegeben wurde. Es wäre nämlich denkbar, daß es sich um eine junge, etwa tertiäre, Gehängebreccie

---

[1] A. a. O.

[2] Salzburger Kalkalpen p. 79.

[3] Salzburger Kalkhochgebirge p. 104.

[4] Berchtesgadener Land p. 219.

[5] Alpine Trias p. 522.

[6] Kalkalpen Tafel 12.

[7] Trias-Periode p. 114.

[8] Vergl. Kalkalpen p. 297, Anm. 86. Das von Gümbel (Geologie von Bayern p. 228) erwähnte Vorkommen von *Naticella costata* in grauen, die Rauhwacke begleitenden Kalken bezieht sich wohl nicht auf denselben Fund und könnte vielleicht noch skythisch sein.

[9] Kalkalpen p. 297.

handelt, die von dem Guttensteiner Dolomit nur randlich etwas überschoben ist. Diese Hypothese wäre am annehmbarsten wohl so auszugestalten: Beim Eintritt der Hochgebirgsüberschiebung [1] wurden auch in der Gegend von Saalfelden die mitteltriadischen Gesteine auf den Werfener Schiefern gegen Süden geschoben. Dabei entstand ein Steilrand, an dessen Fuß Gehängeschutt abgelagert wurde. Dieser Schutt wurde beim weiteren Fortschritt der Bewegung stellenweise überfahren. Durch eine solche Annahme wären verschiedene Eigentümlichkeiten der Rauhwacke erklärt: ihr lockeres, jugendliches Aussehen, ihre Bankung, die vollkommen eckige Beschaffenheit der Dolomitbruchstücke. Dennoch glaube ich nicht an ihre Entstehung auf diesem Wege, denn es spricht dagegen der allmähliche Übergang in den gesunden Guttensteiner Dolomit, das Fehlen einer Schubfläche zwischen ihm und der Breccie, auch das Fehlen jüngerer Triasgesteine in der Rauhwacke, besonders des Dachsteinkalkes, der leicht zu erkennen wäre und vom oberen Teil des angenommenen Steilhanges sicher in den Schutt gelangt wäre. Anderseits ist der Deutung als triadisches Meeressediment schon das ganze Aussehen des Gesteines, der große Gegensatz zwischen den Bruchstücken und dem Bindemittel, der bei mesozoischen Breccien stets schon mehr verwischt ist, nicht günstig. Eine besondere Schwierigkeit für diese Erklärung bildet aber die Tatsache, daß die Rauhwacke aus Guttensteiner Dolomit besteht, also aus einem Gestein, das zu der Zeit, die der Lage der Breccie im Profil, ganz an der Basis der anisischen Stufe, entspricht, noch gar nicht vorhanden war. Nirgends sieht man die Rauhwacke sich auf den Dolomit auflegen, so daß man auf eine Unterbrechung des Absatzes während der Dolomitbildung schließen könnte. Ich bin deshalb zu der Überzeugung gelangt, daß die Rauhwacke auf tektonischem Weg aus gewöhnlichem Guttensteiner Dolomit entstanden sein muß. An der Grenzfläche zwischen Werfener Schichten und Mitteltrias hat offenbar eine Bewegung stattgefunden, wofür weiter unten noch andere Wahrscheinlichkeitsgründe beigebracht werden sollen. Bei dieser Bewegung wurde der untere Teil des Dolomits mehr oder weniger zu Grus zertrümmert. Von einem eigentlichen Mylonit kann man wohl nicht sprechen, weil die Bestandteile nicht merklich gequetscht und gewalzt wurden. Ich vermute vielmehr, daß die Rauhwacken, die ja überall am Südrand der Salzburger Kalkalpen nur Linsen bilden, dort entstanden, wo ein örtliches Hindernis der Fortbewegung die Schubmasse etwas aufwölbte. Dadurch wurden deren unterste Teile entlastet und zugleich gebogen. Unter diesen Umständen zersprang das spröde Gestein fast wie eine Glasträne in eckige Stücke. Für wahrscheinlich halte ich auch, daß die reineren Dolomite der Guttensteiner Schichten zur Breccienbildung mehr vorherbestimmt waren, als die kalkigen Teile. Die poröse bis löcherige Beschaffenheit des Zements ist

---

[1] Vergl. Trauth: Salzburger Kalkalpen.

wohl großenteils eine Folge von Verwitterung. Eine solche Annahme erklärt den seitlichen allmählichen Übergang der Breccie in Dolomit, das Auftreten unscharf begrenzter Dolomitmassen in ihr, überhaupt ihre Enstehung auf Kosten des Hangenden, nicht des Liegenden. Das Vorkommen von Werfener Material in der Rauhwacke wäre keine Schwierigkeit. Bedenklicher wäre das Auftreten von Dientener Schiefern, doch halte ich dieses — wie schon gesagt — nicht für sicher erwiesen. Der einzige ernste Einwand ist die zweifellos vorhandene Bankung. Immerhin scheint mir auch dieser Umstand nicht ausschlaggebend. Die Bankung kann ein Überbleibsel der ursprünglichen Schichtung des Dolomits sein oder auch auf eine schiebende Bewegung in der Breccie zurückgehen. Die eckige Beschaffenheit der Einschlüsse ist zwar mechanisch schwer zu verstehen, kommt aber so vielen zweifellos tektonischen, an deutliche Störungsflächen unmittelbar gebundene Dolomitbreccien zu, daß sich aus ihr kein Einwand ableiten läßt. In unserem Fall mag zur guten Erhaltung der Bruchstücke wohl auch der Umstand beigetragen haben, daß die Bewegung auf den weichen Werfener Schichten erfolgte. Es scheint, daß gerade die gegen Süden gerichteten Schübe im Längstal der Salzach besonders zu solchen Gesteinszertrümmerungen neigen, vielleicht infolge einer verhältnismäßig geringen Überlagerung. Trauth erwähnt mehrmals Mylonite im Werfen—St. Martiner Schuppenland, beispielsweise an der Sohle der Rettensteinmasse.[1] Der Mandlingdolomit, von dem ich durch die Güte des genannten Freundes mehrere typische große Stücke untersuchen konnte, ist zum überwiegenden Teil in eine tektonische Breccie verwandelt, die der Saalfeldener Rauhwacke gar nicht unähnlich, nur heller, stärker gequetscht und fester ist. Nicht unerwähnt möchte ich lassen, daß H. Hofrat Kerner nach freundlicher mündlicher Mitteilung am Südrand der Leoganger Steinberge ebenfalls zu dem Schluß gelangt ist, die unteranisische Rauhwacke sei tektonisch zu erklären. Ob auch alle anderen sogenannten Reichenhaller Rauhwacken sekundär durch tektonische Bewegungen entstanden sind, versuche ich nicht zu entscheiden. Unwahrscheinlich ist dies nicht, da die Grenze zwischen Werfener Schichten und Muschelkalk sicher stets eine bevorzugte Bewegungsfläche ist.

3. Guttensteiner Kalk und Dolomit.

H. Kraus hat in seinem in der Einleitung angeführten kurzen Aufsatz nicht unbegründete Bedenken gegen den Namen »Guttensteiner Kalk« vorgebracht. Da seine Bedeutung in den letzten Jahrzehnten aber immerhin eine ziemlich gleichmäßige ist, er auch ganz allgemein verwendet wird, scheint es mir doch zweckmäßig, ihn beizubehalten. Ich verstehe unter Guttensteiner Kalk beziehungs-

[1] Salzburger Kalkalpen p. 82.

weise Dolomit also ein dunkles, wohlgeschichtetes Karbonatgestein des unteren Teiles der anisischen Stufe. Die *Trinodosus*-Schichten sind in genau derselben Facies meines Wissens bisher nicht nachgewiesen. Der Name »Reichenhaller Kalk« ist wohl so ziemlich gleichbedeutend. Vielleicht denkt man bei ihm mehr an eine bestimmte Fossilführung. Merkwürdigerweise verwendet Hahn den besprochenen Namen auf p. 297 seiner »Nördlichen Kalkalpen« in einem viel weiteren Sinn, nämlich für die ganze anisische Stufe mit Einschluß der sowohl zeitlich als faziell ganz abweichenden oberen Teile. Einen solchen Vorgang halte ich nicht für empfehlenswert.

Der Guttensteiner Kalk des Bereiches unserer Karte ist dicht bis schwach subkristallin, wohlgebankt bis plattig. Unter dem Hammer riecht er oft bituminös. Weiße Spatadern treten stellenweise massenhaft auf. Die sonst oft bezeichnenden kleinen Hornsteinkügelchen habe ich bei Saalfelden nicht angetroffen. Die Zusammensetzung des Gesteins schwankt zwischen Kalk und Dolomit. Die dolomitischen Teile sind oft sehr grusig. Manchmal entwickeln sich Breccien mit grauen oder roten Bindemitteln. An Fossilien habe ich nur einzelne Krinoidenstielglieder beobachtet. Die Farbe ist im unteren Teil fast schwarz. Selten kommen kleinere, stumpfrote Gesteinsteile vor. Gegen oben wird das Gestein dunkelgrau, schließlich lichtgrau. Die Mächtigkeit schwankt einigermaßen. Südlich der Steinalm beträgt sie nach meinen Profilen gut 300 *m*, nördlich St. Georg etwa 250 *m*. Die Angaben in der Literatur gehen viel mehr auseinander: Bei F. Hahn, Nördliche Kalkalpen, p. 297, 200 *m*, bei Gümbel, Geologie von Bayern II, p. 219, nur 40 *m*, was sicher selbst für den unteren, schwärzlichen Teil allein zu wenig ist.

4. Steinalmkalk.

Helle, anisische Diploporenkalke sind in den Nordalpen recht selten. Immerhin kommen sie an einigen Stellen vor, außer in dem besprochenen Gebiet vor allem in der Gegend von Türnitz und von Schwarzenbach an der Pielach (Niederösterreich), wo sie eine reiche Diploporengesellschaft mit *Macroporella alpina, Oligoporella prisca, Physoporella pauciforata* und *Diplopora praecursor* führen. Sie können als ein nicht dolomitisiertes Seitenstück zum südalpinen Mendoladolomit betrachtet werden, mit dem auch die Flora gut übereinstimmt. Ein Name für diese Bildungen ist bisher noch nicht gegeben worden. Die Bezeichnung als heller, anisischer Diploporenkalk ist aber sehr schleppend. Ich schlage deshalb — und auch aus grundsätzlichen nomenklatorischen Erwägungen — die neue Bezeichnung »Steinalmkalk« vor.

Wie schon gesagt, ist der Steinalmkalk ein heller, weißlichgrauer Kalk. Der untere Teil ist grob gebankt, im hangendsten Abschnitt wird die Schichtung manchmal dünner. Fast stets sind mehr oder weniger gut erhaltene Diploporen in ihm zu erkennen,

von denen gleich näher die Rede sein soll. Der Gesteinskörper scheint nur die Gestalt einer großen Linse zu haben. Die besten und am leichtesten zugänglichen Aufschlüsse befinden sich bei dem Staubecken des Saalfeldener Elektrizitätswerkes am Ausgang des Öfenbachgrabens. Die Mächtigkeit beträgt hier 70 bis 100 *m*. Die schönsten ausgewitterten Diploporen fand ich am markierten Weg von Bachwinkel auf die Steinalm, dort, wo er die Einzäunung der Alm an ihrem Westende quert, in mehreren aus der Wiese ausgeklaubten Steinhaufen. Weiterhin bildet der Diploporenkalk den oberen Teil der Steilwand südlich der Steinalm. Südlich der Bösen Leiter hebt er sich aber nicht mehr deutlich ab. Schon Hahn bezeichnet das unmittelbar Liegende der gleich zu beschreibenden oberanisischen Knollenkalke bei der Quelle, südöstlich der Steinalm, als Ramsaudolomit.[1] Auch bei der Quelle nächst der Jägerstube, östlich Kote 1398, fand ich unter den Knollenkalken einen mittelgrauen Dolomit, der faziell vom Ramsaudolomit nicht zu unterscheiden ist, offenbar den Steinalmkalk vertritt und mit dem oberen, helleren Teil des Guttensteiner Dolomites verfließt. Westlich des Bereiches unserer Karte, in den Leoganger Steinbergen, scheint der Diploporenkalk bisher ebenfalls nicht beobachtet zu sein.

Dasycladaceen aus dem Steinalmkalk habe ich von folgenden Stellen näher untersucht:

1. Lose Stücke vom Westende der Steinalm an der oben schon erwähnten Stelle. Eigene Aufsammlung.

2. Im Graben westlich der Steinalm, 1000 *m* hoch. Eigene Aufsammlung.

3. Ein älteres Handstück aus der Sammlung der geologischen Bundesanstalt, offenbar von Bittner herrührend, mit der Bezeichnung: »Heller, massiger Kalk, im Hangenden des Gutensteiner Kalkes und im Liegenden des kieseligen, schwarzen Knollenkalkes (Reiflinger Kalkes) eine durchlaufende Wand bildend. Tiefenbachgraben bei Saalfelden«. Auch in einer zugehörigen Veröffentlichung bezeichnet Bittner die Stelle, wo der Muschelkalk aufgeschlossen ist, als »Tiefenbach nördlich von Saalfelden«.[2] Wie ich schon in meinen *Siphoneae verticillatae* erwähnt habe, ist der Name Tiefenbachgraben in Saalfelden unbekannt. Zwar nennt auch Gümbel[3] einen Graben dieses Namens. Da er aber hinzufügt: »Östlich unter dem Brandelhorn bei Saalfelden«, muß es sich wohl um einen Bach am Osthang der Leoganger Steinberge handeln, vermutlich um den »Mühlbach« der Alpenvereinskarte 1:50.000. Damit stimmt auch Gümbels Erwähnung der Raibler Schichten, die ja aus der Gegend der Stoißen-Alm schon lange bekannt sind. Dagegen meint Bittner sicher den Graben oberhalb Bachwinkel, der in der Gegend Öfen-

---

[1] Kalkalpen, p. 298.

[2] Salzburger Kalkhochgebirge, p. 104.

[3] Bayern, p. 220.

bachgraben genannt und auch auf der bayrischen Karte 1:50.000 so bezeichnet wird. Die von Bittner angeführte Schichtfolge ist im Öfenbachgraben tatsächlich zu sehen. Auch die Ortsbestimmung »nördlich von Saalfelden« trifft zu. Dazu kommt, daß Bittner erwähnt, Mojsisovics habe die Schichtfolge des Tiefenbachgrabens profilmäßig dargestellt. Dabei kann es sich nur um die Fig. 3 in den »Faunengebieten und Faziesgebilden der Triasperiode« handeln, deren Erklärung aber ausdrücklich sagt: »Durch den Öfenbachgraben«. Wäre noch irgendein Zweifel möglich, so würde er durch die Stelle bei Bittner: Windischgarsten und Palfau p. 246 behoben, wo die Örtlichkeit als »Öfenbach (Tiefenbach) unter dem Persalhorn« bezeichnet ist. Es ist also erwiesen, daß mein drittes Handstück aus dem Öfenbachgraben, und zwar unmittelbar oberhalb des Saalfeldener Elektrizitätswerkes, stammt.

Die Diploporen der aufgezählten Fundorte sind nicht sehr günstig erhalten. Weitaus am besten sind noch die des Handstückes 3. Es handelt sich um eine *Physoporella*, die sich durch eine ganz konstante, vollkommene, einwirtelige Annulation auszeichnet und für die ich in meiner ersten Diploporenarbeit den Gümbelschen Namen *Physoporella dissita* gebraucht habe. Die Stücke Nr. 1 sind so unzulänglich, daß man eben nur die Gattungsbestimmung als *Physoporella* feststellen kann. Etwas besser ist die Erhaltung von Nr. 2. Die Gattung ist auch hier dieselbe. Auffallenderweise fehlt den Stücken dieser Probe aber die vollkommene Ringelung. An ihrer Stelle ist nur eine deutliche Undulation entwickelt, so daß die Kalkschale auch in den Furchen immer noch eine beträchtliche Dicke hat. Diese Form steht daher in der Mitte zwischen *Physoporella pauciforata* und *Physoporella dissita*. Die Verhältnisse sind so, wie wir es erwarteten, wenn wir die Algenrasen, in denen diese Art sich aus jener entwickelt hat, fossil vor uns hätten. Daß *Physoporella dissita* eine bloße Lebenslagevariation von *Physoporella pauciforata* ist, scheint mir deshalb nicht sehr wahrscheinlich, weil an keinem der schon sehr zahlreichen anderen Fundorte dieser gemeinen Art je ein Exemplar beobachtet wurde, das man zu *Physoporella dissita* stellen könnte.

5. Oberanisische Hornsteinknollenkalke.

(Reiflinger Kalk und Schusterbergkalk.)

Über dem Steinalmkalk oder dem ihn vertretenden Dolomit folgt als Abschluß der anisischen Stufe eine geringmächtige Lage von Knollenkalken mit Hornsteinauscheidungen. Man kann darin zwei Gesteinstypen unterscheiden, schwarzgraue Knollenkalke, die — abgesehen von ihrer geringen Mächtigkeit — vollkommen den Reiflinger Kalken entsprechen, und bunte, hellrote bis grünliche Knollenkalke mit tiefroten Schmitzen und Tonhäuten. Die Hornsteinführung ist beiden gemeinsam. Wo alle zwei Gesteine vorkommen,

liegt der schwarze Kalk stets unter dem roten, doch setzt dieser, wie schon Hahn bemerkt zu haben scheint,[1] gelegentlich aus und jener kann ganz dolomisiert sein. Westlich der Steinalmhütte sind beide Gesteine entwickelt, aber nur in losen Stücken zu sehen. In der Tiefe des Öfenbachgrabens ist der schwarze Reiflinger Kalk sehr gut aufgeschlossen. Der Hornsteinreichtum nimmt gegen das Hangende deutlich zu. Die Mächtigkeit beträgt hier etwa 35 *m*. Der bunte Kalk scheint im Talboden selbst zu fehlen. Vermutlich ist er durch den hier ungewöhnlich mächtigen Reiflinger Kalk mit vertreten. Gleich in der Nähe erscheint er aber wieder, denn ein kleiner Seitengraben, der an der Hangendgrenze des Reiflinger Kalkes einmündet, bringt reichlich Bruchstücke des bunten Kalkes mit. Die guten Aufschlüsse an dem neuen Weg von dem Elektrizitätswerk zum Sattel (der auf allen mir bekannten Karten nicht eingezeichnet ist) wurden schon von Hahn angeführt.[2] Etwa 80 *m* über dem Wasserbecken des Elektrizitätswerkes liegen hier auf dem Steinalmkalk zunächst dunkle, sehr hornsteinreiche Knollenkalke. Durch einen raschen Übergang entwickeln sich daraus die roten Hornsteinkalke. Sie waren zur Zeit meiner Begehung in etwa 3 *m* Mächtigkeit entblößt. Darauf folgte eine etwa ebenso breite Unterbrechung der Aufschlüsse, dann der Ramsaudolomit. Da Hahn die freigelegte Höhe der bunten Kalke mit 6 *m* angibt, ist ihnen offenbar auch der heute verdeckte Geländestreifen zuzuzählen. Besonders gut sind aber die Aufschlüsse bei der schon erwähnten Quelle unweit P. 1398. Hier ist folgende Schichtreihe zu sehen:

6. Ramsaudolomit. Die untersten Bänke sind etwas dunkler und knollig, gegen oben wird er rasch hell.

5. Eine kleine Unterbrechung in den Aufschlüssen.

4. Einige etwa handbreite Bänke hellroten Knollenkalkes.

3. Eine schmale Zone kleinknolligen, schieferigen, teils roten teils grauen Kalkes mit Tonhäuten.

2. Dunkler Dolomit, wohl dolomitisierter Reiflinger Kalk.

1. Mittelgrauer Dolomit vom Aussehen des Ramsaudolomites, Vertretung des Steinalmkalkes.

Die Mächtigkeit von 3 und 4 zusammen ist etwa 6 *m*.

Bittner führt[3] aus den Reiflinger Kalken des Öfenbachgrabens eine *Rhynchonella* cf. *semiplecta* an. Obwohl diese Bestimmung in der Brachiopodenmonographie unter den Synonymen von *Rhynchonella trinodosi* nicht eigens genannt wird, ist das Stück doch zweifellos dieser Leitart der *Trinodosus*-Schichten zuzuzählen, wie

[1] p. 298 der »Kalkalpen« spricht er von einer linsenförmigen Einlagerung der bunten Kalke.

[2] Kalkalpen, p. 298.

[3] Salzburger Kalkhochgebirge, p. 104.

aus Bittners Ausführungen auf p. 15 der Monographie, wo auch Saalfelden als Fundort angegeben wird, hervorgeht und schon von Hahn richtig erkannt wurde.[1]

Die bunten Hornsteinknollenkalke der *Trinodosus*-Schichten sind ein in den nördlichen Kalkalpen weit verbreiteter Leithorizont. Sie finden sich in einer mit der des Steinernen Meeres offenbar ganz gleichen Ausbildung im Karwendelgebirge.[2] Schon Mojsisovics hat diese Übereinstimmung bemerkt.[3] Den Zusammenhang stellen die Vorkommen auf der Südseite des Wilden Kaiser, im südöstlichen Teil der Kirchberggruppe und bei Hochfilzen her.[4] Weiter östlich sind die Ptychiten führenden, grüngrauen, hornsteinreichen Kalke von Palfau im Liegenden des Wettersteinkalkes des Gamssteines wohl eine sehr ähnliche Erscheinung.[5]

Die schwärzlichgrauen Kalke des besprochenen Schichtgliedes können wohl ohne weiteres Reiflinger Kalke genannt werden. Die bunten Marmore wurden in Tirol von Pichler ursprünglich als Draxlehner Kalke bezeichnet. Schon Hammer hat sich gegen diese Benennung gewendet. Seither ist sie durch die Mitteilungen Schlossers,[6] die ein karnisches Alter der Kalke vom Draxlehn bei Hallein so gut wie sicher machen, ganz unmöglich geworden. Hahn bezeichnet das Gestein als Schreyeralmkalk. Aus Spenglers Beschreibung geht jedoch ziemlich klar hervor, daß die lithologische Übereinstimmung keine genügende ist. Die Schreyeralmkalke der Plassengruppe sind viel dunkler rot und führen nur ausnahmsweise Hornsteine.[7] Bei der nicht geringen stratigraphischen Bedeutung des Horizontes wäre es gewiß wünschenswert, einen Namen dafür zu haben, der am besten von einer der typischen fossilführenden Örtlichkeiten im Karwendelgebirge genommen wird. Ich schlage dafür »Schusterbergkalk« vor. Die Definition wäre: rötliche oder grünliche, hornsteinreiche Knollenkalke der anisischen Stufe.

6. Ramsaudolomit.

Seine petrographische Beschaffenheit ist bekannt. Er ist hellgrau bis weiß, mehr oder weniger kristallin, oft lückig und in der Regel stark grusig. Rote Adern treten wohl nur an besonders stark gestörten Stellen auf. Seine Mächtigkeit beträgt in unserem Gebiet mindestens 700 bis 800 *m*. Auf dem Südkamm des Poneck gibt

---

[1] Kalkalpen, p. 298.

[2] Vgl. die Arbeit von Hammer.

[3] Triasperiode, p. 114.

[4] Ich entnehme diese Zusammenstellung einer noch unveröffentlichten Handschrift meines Freundes Dr. F. Trauth.

[5] Vgl. Bittner: Groß-Reifling, p. 262 und Palfau, p. 246.

[6] Hallein, p. 355.

[7] Spengler: Plassen, p. 365, 367, 369.

ihm Hahn 600 *m*,[1] was auffallend wenig wäre. An Fossilien sind aus ihm innerhalb des Kartenbereiches nur Diploporen bekannt, diese scheinen aber hier wie auch sonst nicht selten zu sein. Ich fand knapp südlich des Albelkopf am Ostrand der Karte ein Stück mit gut erhaltenen Schalen von *Teutloporella herculea*. Böse[2] führt dieselbe Art vom Südkamm des Persailhornes an.

Der Name Ramsaudolomit wurde von Böse[3] für die ganze Masse heller Dolomite zwischen den Werfener Schichten und dem Dachsteinkalk aufgestellt. Heute wird er meist in einem etwas engeren Sinn gebraucht. Es besteht gegenwärtig das unserer Meinung nach zweckmäßige Bestreben, die Namen der Schichtglieder nicht über eine geologische Abteilung hinaus auszudehnen. Man wird als Hierlatzschichten außer den unterliasischen auch mittel- und oberliasische Gesteine gleicher Fazies ansprechen, nicht aber Bildungen des Dogger oder Malm. Analog wäre der Ramsaudolomit als heller Dolomit der Mitteltrias zu definieren. Er umfaßt in erster Linie die ladinische Stufe, sehr oft auch den oberen Teil der anisischen. Wo die *Cardita*-Schichten vollständig fehlen, ist er allerdings gegen den karnischen bis unternorischen Hauptdolomit praktisch nicht abzugrenzen. Als einziger sicherer Anhaltspunkt kommen dann die Diploporen in Betracht. Sowohl *Teutloporella herculea* als *Diplopora annulata* sind im Ramsaudolomit ziemlich häufig und beweisen stets, daß man sich noch in der Mitteltrias befindet. Allerdings kommen auch in den karnischen hellen Dolomiten hie und da Diploporen vor, die aber von den ladinischen ganz abweichen. Ich werde mich mit ihnen an anderer Stelle noch näher zu befassen haben.

7. Lunzer Schichten.

Die Nomenklatur der karnischen Stufe liegt ziemlich im argen. Der Ausdruck »Raibler Schichten« ist eigentlich nichts anderes als ein vollkommen unnötiges und weniger exaktes Synonym für »Karnische Stufe«. Die Bedeutung des Namens ist weder stratigraphisch hinlänglich geklärt noch lithologisch irgendwie einheitlich. Dazu kommt noch das höchst störende Spiel mit Raibler Schichten im engeren, weiteren und weitesten Sinn. Man wird diesen Namen am besten ganz meiden. Die Bezeichnungen »Lunzer Sandstein, Reingrabener Schiefer« usw. sind exakter, aber auf einzelne Gesteine beschränkt. Die *Cardita*-Schichten sind zwar eine verbreitete Vergesellschaftung mehrerer Gesteine, entsprechen aber nicht der Ausbildung, wie sie im Steinernen Meer herrscht. Was wir brauchen, ist vor allem ein gemeinsamer Name für alle

---

1 Kalkalpen, p. 300.

2 Alpine Trias, p. 522.

3 Berchtesgadener Land, p. 219.

vorwiegend klastischen Gesteinkomplexe karnischen Alters, unabhängig von ihrer genaueren Zusammensetzung. Da die Ausbildung bei Lunz zweifellos der Typus der terrigenen Entwicklung der karnischen Stufe ist, möchte ich vorschlagen, den Namen »Lunzer Schichten« in diesem Sinn zu verwenden. Als Lunzer Schichten wäre also jede vorwiegend klastische Entwicklung der karnischen Stufe mit höchstens untergeordneten Kalkeinschaltungen zu bezeichnen. Die Elemente, aus denen sich die Lunzer Schichten in örtlich wechselnder Weise zusammensetzen, sind die Reingrabener Schiefer, die Lunzer Sandsteine, *Cardita* - Oolithe, Pentacrinen- und Cidaritenkalke, Lumachellen usw. Ausschließen möchte ich dagegen aus dem Begriff der Lunzer Schichten alle mächtigeren, zusammenhängenden Massen von Karbonatgesteinen, vor allem die Opponitzer Kalke, die karnischen Dolomite u. dgl. Will man Lunzer Schichten und Opponitzer Kalk zusammen bezeichnen, so wäre besser von der Lunzer Entwicklung der karnischen Stufe zu sprechen. Praktisch wird dieses Bedürfnis nur selten bestehen.

Die Lunzer Schichten sind im Bereich der Karte nur wenig mächtig entwickelt und zudem wegen der starken Bedeckung durch den Schutt der hangenden Dolomitmassen meist schlecht aufgeschlossen. In der Regel geben sie sich nur durch das massenhafte Vorkommen loser brauner Sandsteine mit Pflanzenresten und gelegentlich auch anderen Fossilien zu erkennen. Da ich selbst keine einigermaßen vollständigen Profile gesehen habe, führe ich das von Hahn in dem Graben auf der SW-Seite des Persailhornes in etwa 1700 *m* Höhe aufgenommene als Beispiel an.[1]

Hangend: Grauer, gebankter Hauptdolomit, höher mit lichten Farben, zum Teil stark kalkig.

7. 10 *m* schwarze, klotzige Dolomite.

6. 0·3 bis 0·6 *m* schwarze Reingrabener Schiefer.

5. 3 *m* fossilreiche schwarze Kalke mit Pecten-, Ostreen- und *Cidaris*-Resten.

4. 1·5 *m* Reingrabener Schiefer mit eingelagerten schmutzig grünen, sandigen Streifen.

3. 1·5 *m* dunkle Kalke mit *Cardita gümbeli* und *Pentacrinus*-Stielgliedern.

2. 3 *m* Reingrabener Schiefer.

1. 5 *m* gelblichroter, brecciöser Dolomit.

Liegend: Weißgrauer, ungebankter Ramsaudolomit.

Bezüglich der Verbreitung der Lunzer Schichten hat meine Aufnahme eine gewisse Berichtigung der bisher geltenden Ansicht gebracht. Bittner und Böse glaubten beobachtet zu haben, daß

---

[1] Kalkalpen, p. 298.

die terrigene Entwicklung der karnischen Stufe zwischen dem Kamm des Ponneck östlich meiner Karte und dem Breithorn, oder vielmehr richtiger wohl Persailhorn, fehlt, daß also hier die ganze karnische Stufe nur durch Dolomit vertreten sei.[1]

Auf Grund dieser Angaben rechnet Hahn den Südrand des Steinernen Meeres zwischen Ponneck und Breithorn zu seinem Faziesgebiet 3 der karnischen Stufe, mit ausschließlicher Dolomitentwicklung.[2] Nun ist es mir aber gelungen, die Lunzer Schichten auf dem Kamm Streichenbeil-Albelkopf aufzufinden. Auf der Westseite des kleinen Sattels unmittelbar nördlich P. 2130 ist eine linsenförmige Masse aufgeschlossen, die aus einem mehrfachen Wechsel von grauen, braun anwitternden Mergeln und schwarzen Schiefern besteht. Der Dolomit ist in der Umgebung der Schiefer ganz von Harnischen erfüllt. Die Reingrabener Schiefer verdanken ihre Linsenform hier offenbar nur tektonischen Störungen. Es ist kaum zweifelhaft, daß sie ursprünglich ein zusammenhängendes Band bildeten. Auch in dem Schuttstrom im Ramseider Kessel südlich der Ramseider Scharte sind graue und gelbe Mergel der karnischen Stufe reichlich vorhanden. Etwa nordöstlich der Kote 1693 sieht man in der den Kessel auf der linken Seite begrenzenden Wand eine auffallend gelbliche, weichere Gesteinsmasse. Sie dürfte höchstwahrscheinlich auch aus Reingrabener Schichten bestehen, doch konnte ich die Stelle leider nicht aus der Nähe untersuchen. Auf der Südseite des Breithornes fehlen die Lunzer Schichten, was jedoch, wie wir noch genauer sehen werden, durch einen Bruch verursacht ist. Sie erscheinen wieder in dem Graben, der vom Gipfel des Persailhornes nach SW herunter führt (vgl. das weiter oben gegebene Profil). Auch ich habe sie hier gesehen, aber keine so guten Aufschlüsse vorgefunden, wie Hahn. Auf dem WSW-Kamm des Persailhornes bilden die Lunzer Schichten den kleinen Sattel unmittelbar östlich P. 1570. Zum letztenmal traf ich sie in der Nähe des »Sattel« genannten Überganges. Sie stehen etwas östlich des östlicheren Kreuzes an. Am neuen Weg fallen wenig jenseits der Sattelhöhe die vielen losen Stücke von Mergel und Sandstein auf. Nach Bittner[3] würden die Lunzer Schichten von hier durch den Buchmaisbachgraben und über Brandel ununterbrochen zur Stoißenalm ziehen, wo sie schon von Mojsisovics fossilführend nachgewiesen wurden.[4] Ich konnte sie jedoch nördlich des Kammes Persailhorn-Kienberg im Bereich meiner Karte nirgends mehr auffinden. Auch im Schutt der Bäche habe ich mich vergeblich nach den bezeichnenden gelbbraunen Gesteinen umgesehen. Ob ihr Fehlen hier auf Störungen beruht oder stratigraphisch zu deuten ist, vermag ich nicht sicher

---

1 Bittner: Salzburger Kalkhochgebirge, p. 103. Böse: Alpine Trias, p. 521 u. 522.

2 Kalkalpen, p. 320.

3 Salzburger Kalkhochgebirge, p. 103.

4 Triasperiode, p. 113.

zu entscheiden, doch halte ich jenes für wahrscheinlicher. Daß auch Hahn die Lunzer Schichten im Buchmaisbachtal und in den Hohlwegen nicht gesehen hat, ist aus dem Wortlaut seiner Mitteilungen deutlich zu ersehen.[1]

8. Hauptdolomit.

Es ist vielfach üblich, die obertriadischen Dolomite der Berchtesgadener Fazies nicht als Hauptdolomit, sondern als Dachsteindolomit zu bezeichnen. Die faziellen Unterschiede sind aber jedenfalls äußerst gering. Vielleicht ist der bayrische Dolomit im Durchschnitt etwas bitumenreicher. Auch liegt die Hangendgrenze des Dolomits im Bereich der bayrischen und niederösterreichischen Fazies meist stratigraphisch etwas höher als im Bereich der Berchtesgadener Fazies, doch darf man nicht vergessen, daß sicher auch dort der obere Teil der norischen Stufe durch Kalk vertreten ist. Ich möchte daher den Namen »Hauptdolomit« für alle obertriadischen grauen bis weißlichen Dolomite anwenden. Was die Liegendgrenze des Hauptdolomites betrifft, so halte ich es für unvermeidlich, auch karnische Gesteine diesem Schichtglied zuzurechnen, sofern sie faziell mit den norischen übereinstimmen. Es ist nur eine scheinbare Exaktheit, Begriffe so eng zu definieren, daß man sie dann auf die Beobachtungen nicht anwenden kann. Auszuschließen sind vom Hauptdolomit selbstverständlich nicht nur alle kalkigen karnischen Schichten, wie die Opponitzer Kalke, sondern auch jene karnischen Dolomite, die durch ihre dunkle Farbe deutlich gekennzeichnet sind. Doch hat schon Hahn wiederholt darauf hingewiesen, daß dieses Gestein am Südwestabhang des Steinernen Meeres fehlt.[2]

Der unterste karnische Hauptdolomit zeichnet sich manchmal durch bessere Schichtung aus. Nördlich des Sattels fand ich ihn auch fein gebändert. Nichts beweist aber, daß diese übrigens nur örtlich entwickelten lithologischen Merkmale gerade an der Grenze zwischen karnischer und norischer Stufe aufhören. Der typische Hauptdolomit des Gebietes ist hellgrau, seltener mittelgrau, stark grusig und gibt unter dem Hammer oft lebhafte Funken, enthält also fein verteilte Kieselsäure, die sich aber nie zu Knollen vereinigt. Ein grauer, gebankter, stark kalkiger Dolomit oder dolomitischer Kalk, der den Nordhang des Rosenbühel und beide Seiten des Buchmaisbaches nördlich davon bildet, ist wohl sicher schon hieher, nicht zum Ramsaudolomit zu zählen.

Der Übergang des Hauptdolomites in den Dachsteinkalk ist ein allmählicher. In der Grenzregion treten ganz dieselben dolomitischen Kalke mit gegitterter Verwitterungsoberfläche auf, wie man sie zwischen bayrischem Hauptdolomit und Plattenkalk fast immer findet. Hahn bestimmt die Mächtigkeit des obertriadischen Dolomites zu ungefähr

---

[1] Kalkalpen, p. 299.

[2] Vgl. Saalachtal, p. 148; Lofer, p. 6; Kalkalpen, p. 322.

400 *m*[1], doch ist die von ihm gewählte Stelle am Südhang des Persailhornes für eine solche Messung wegen des höchstwahrscheinlich hier durchlaufenden Bruches ungeeignet (siehe unten). Böses Angabe[2] ist noch viel weniger richtig. Nach meiner Schätzung muß der Hauptdolomit im Bereich des Buchmaisbaches mindestens 1000 *m* mächtig sein. Übrigens möchte ich vermuten, daß er gegen N auf Kosten des Dachsteinkalkes an Dicke zunimmt. Denn die Grenze zwischen den beiden Gesteinen senkt sich in dieser Richtung merklich weniger, als der allgemeinen Neigung der Schichten entspricht.

Ich habe im Hauptdolomit keine Fossilien gefunden. Hahn erwähnt eine lose Platte mit *Rissoa alpina* vom Westkamm des Persailhornes, die beweist, daß ein Teil des Dolomites tatsächlich auch im Steinernen Meer norisch ist.

9. Dachsteinkalk.

Der Dachsteinkalk des Steinernen Meeres ist meist deutlich, wenn auch ziemlich hell grau, selten schneeweiß, wie stellenweise am Weg südlich der Ramseider Scharte. Recht oft findet man größere rötliche Teile. Außerdem tritt die Rotfärbung vielfach in Gestalt von Adern und von Kluftbelag auf. Verschieden von der rötlichen Färbung größerer Kalkmassen sind die viel stärker roten, meist ziemlich scharf begrenzten Schmitzen, die im ganzen Dachsteinkalk mit Ausnahme seines liegendsten Teiles vorkommen. Genetisch nahe mit ihnen verwandt sind wohl die Breccien aus weißem Kalk mit rotem Bindemittel, die auch stets nur kleinere, unregelmäßig verteilte Massen bilden. Recht erstaunlich ist, daß sich eine Art Diskussion darüber entspinnen konnte, ob der Dachsteinkalk des Steinernen Meeres geschichtet ist. Sie knüpft an einige nicht ganz genaue Äußerungen Geyers[3] an, gegen die sich schon Böse wandte[4], die aber doch in der regionaltektonischen Ausdeutung ein gewisses Unheil gestiftet zu haben scheinen. In Wirklichkeit ist der Dachsteinkalk des Steinernen Meeres fast überall ausgezeichnet, wenn auch mächtig und etwas ungleich gebankt, so an der Schönfeldspitze, am Streichenbeil, am Breithorn, am Rauchkogel. Nur in der Gegend zwischen Hollermaishorn und Wimbachkogel kommen unregelmäßig begrenzte Partien im Dachsteinkalk vor, in denen die Schichtung undeutlich wird und schließlich ganz verschwindet. Man sieht sie besser auf der Ostseite als auf der Westseite des Kammes. Sie sind mit dem geschichteten Dachsteinkalk durch einwandfreie seitliche Übergänge verbunden, bilden also keinen besonderen Riffkalkhorizont. Böse erwähnt, daß der Dachsteinkalk gelegentlich Großoolithstruktur aufweist.[5] Ich kann

---

[1] Kalkalpen, p. 299.

[2] Alpine Trias, p. 522 und 561.

[3] Lias, p. 294 bis 295. Hierlatzschichten, p. 281.

[4] Alpine Trias, p. 562.

[5] Weitere Beiträge, p. 252.

mich nicht erinnern, sie gesehen zu haben. Sie muß wohl nicht sehr verbreitet sein.

An Fossilien sind Megalodonten weitaus am häufigsten. Lithodendren sind viel weniger gemein, aber doch auch nicht selten. In der Schutthalde des Kallenbaches südlich Schloß Lichtenberg fand ich ein Gerölle, das außer mehreren Megalodonten eine Einzelkoralle enthält, die sich ziemlich verläßlich als *Montlivaultia norica* Frech bestimmen läßt. Am Hang unterhalb der Schneegrube, etwa 1500 *m* hoch, entdeckte ich in einem losen Stück eine sehr interessante tabulate Koralle aus der Familie der *Favositidae*, die an anderer Stelle eingehend beschrieben werden soll. Auf die Brachiopoden aus dem Dachsteinkalk des Breithornes komme ich sogleich genauer zu sprechen.

Da die Hangendgrenze des Dachsteinkalkes im Bereich der Karte nirgends sicher nachzuweisen ist, kann ich die Mächtigkeit nicht bestimmen. Hahn schätzt sie am Ausgang des Diesbachtales auf nahezu 700 *m*.[1]

Umstritten und schwierig ist die Frage nach dem Alter der höchsten Teile des Dachsteinkalkes im untersuchten Gebiet, insbesondere auf dem Breithorn. Es besteht darüber schon eine nicht geringe Literatur. Die älteste, mir bekannte wichtige Angabe ist die von Bittner in seiner Brachiopodenmonographie. Er erwähnt auf p. 194 unter den Fundorten der *Rhynchonellina juvavica* die Ramseider Scharte, und zwar in einem dunkelgrauen Kalk, zum Teil mit eisenschüssiger Überrindung. Aus der Erklärung zu Tafel 25 geht hervor, daß ihm von dort die var. *dichotomans*, und zwar sowohl *modus dilatata* als *modus coarctata*[2] und die var. *laevigata* vorlag. Bezüglich des Niveaus heißt es auf p. 191, daß es »mit Sicherheit als dem Dachsteinkalk zufallend angesprochen werden darf«.

Zwei Jahre darauf wurde von Skuphos zum erstenmal die Möglichkeit ausgesprochen, daß auf der Nordabdachung des Breithorngipfels liasische Schichten vorhanden seien. Es handelt sich um rote und blaue Kalke, nach Skuphos Denudationsreste einer einst zusammenhängenden Decke, die massenhaft *Rhynchonellina juvavica* Bittn. führen, und zwar die blauen Kalke die var. *dichotomans*, die roten Kalke eine neue var. *minor*, die auch beschrieben und abgebildet wird. Das Gestein wird übrigens nur mit Zweifel zum Lias gerechnet. In seinem Referat über diese Arbeit bemerkt Bittner: »Die Liasnatur der Rhynchonellinenbänke vom Steinernen Meere ist nicht erwiesen. Nach Analogien mit dem Untersberge dürften es Einlagerungen im Dachsteinkalke sein.«

---

[1] Lofer, p. 11.

[2] Es unterliegt wohl keinem Zweifel, daß Bittner die auf die Gesamtform gegründeten Varietäten den auf die Berippung gegründeten nicht nebenordnen, sondern unterordnen wollte. Da dies aber in der Namengebung nicht zum Ausdruck kommt, wird seine Darstellung recht unklar.

Wieder zwei Jahre später kam Böse in seiner Monographie der Gattung *Rhynchonellina* auf unseren Gegenstand zu sprechen. Er betrachtet *Rhynchonellina juvavica* Bittn. als synonym mit *Rhynchonellina sequenzae* Gemm. aus dem Lias von Sizilien. Über die stratigraphischen Verhältnisse spricht er eingehender in der Einleitung p. 55. Er hält das Vorkommen auf dem Breithorn für sicher liasisch und vermutet, daß auch die anderen Fundpunkte der *Rhynchonellina juvavica* dasselbe Alter haben. Auf p. 63 bis 64 zählt er sie ohne weiteres als liasisch auf.

Bittner trat noch im gleichen Jahr Böses Darstellung ausführlich entgegen. Er befaßt sich zunächst mit den Unterschieden zwischen *Rhynchonellina juvavica* und *Rhynchonellina sequenzae* und stellt folgende fest:

1. Die sizilianische Form hätte nach Gemmellaro eine Gitterskulptur, die bei der nordalpinen stets fehlt.

2. *Rhynchonellina sequenzae* hat in den äußersten Fällen 20 bis 32, meist 22 bis 26 Rippen. Dagegen schwankt diese Anzahl bei *Rhynchonellina juvavica* zwischen 8 und 22[1] und liegt meist zwischen 14 und 18, wobei allerdings zu bemerken ist, daß gerade die Exemplare vom Breithorn bisweilen besonders dicht berippt sind.

3. Die Variabilität der nordalpinen Art ist viel größer als die der sizilianischen. Besonders umfaßt diese keine so extrem schmalen oder breiten Typen, auch die Skulptur ist gleichmäßiger entwickelt.

Was den Horizont der *Rhynchonellina juvavica* betrifft, so hält Bittner für sicher, daß sie am Untersberg im Dachsteinkalk liegt. Als besonders wichtig hebt er aber die Vorkommen vom Kressenberg und von der Hohen Mandling in Niederösterreich hervor. *Rhynchonellina juvavica* tritt an dieser Stelle in derselben Bank mit *Halorella pedata* auf. Der Dachsteinkalk, in dem sie liegt, wird erst gute hundert Meter höher von fossilreichen Kössener Schichten überlagert, so daß das Alter vollkommen zweifellos ist. Das Auftreten von Lias am Breithorn hält Bittner auf Grund der Lagerung für unwahrscheinlich.

Schließlich ist Böse im Jahre 1898 noch einmal auf den Gegenstand zurückgekommen und hat wichtige neue Beobachtungen beigebracht. Der Lias des Breithornes besteht nach ihm aus einzelnen Klötzen tiefroten bis blauschwarzen Kalkes, die dem Dachsteinkalk auf der Nordseite des Gipfels konkordant aufliegen. Diese Kalke führen *Rhynchonellina sequenzae*. Die Verschiedenheit dieser Art von *Rhynchonellina juvavica* gibt Böse jetzt zu, hauptsächlich wegen ihrer feineren Berippung, hält aber die Bestimmung der Stücke vom Breithorn aufrecht, während er das norische Alter der echten *Rhynchonellina juvavica* nunmehr als bewiesen anerkennt. Die megalodonten- und lithodendrenreichen Dachsteinkalke im Liegenden

[1] Bittner gibt auf p. 550 die Grenzen mit 10 bis 22 an, was aber mit den Zahlen auf der vorhergehenden Seite in Widerspruch steht.

des Lias führen etwa 50 *m* westlich unter dem Breithorngipfel eine Einlagerung sehr fossilreicher gelber, roter oder blaugrauer Kalke, die massenhaft *Terebratula gregariaeformis*, daneben auch Bivalven enthalten. Die Bestimmung der Brachiopodenart wurde von Bittner bestätigt, dem übrigens schon früher ein loser Block vom Steinernen Meer mit demselben Fossil vorgelegen hatte.[1] Böse schließt aus diesem Vorkommen, daß der oberste Teil des Dachsteinkalkes des Breithornes schon rätisch ist und erblickt darin eine Bestätigung des liasischen Alters des hangenden roten Kalke.

Hahn hat sich Böses Standpunkt ohne weiteres zu eigen gemacht.[2]

Die Beweise, die für das Auftreten von Lias am Breithorn angeführt wurden, können in folgende Punkte zusammengefaßt werden:

1. Die roten und blaugrauen brachiopodenführenden Kalke nördlich des Gipfels liegen dem Dachsteinkalk auf und bilden nicht eine Einlagerung.

2. Das darin enthaltene Fossil ist *Rhynchonellina sequenzae*, eine liasische Art.

3. Im Dachsteinkalk darunter findet sich massenhaft *Terebratula gregariaeformis*, eine Kössener Art.

Diese Beweise scheinen auf den ersten Blick unanfechtbar, müssen aber doch einzeln näher geprüft werden.

Zum ersten Punkt habe ich leider nichts Entscheidendes beizubringen, einesteils weil ich die Verhältnisse auf dem Plateau bei ihrer nur entfernten Beziehung zu meinem Hauptgegenstand und meiner sehr beschränkten Zeit nicht untersuchen konnte, anderseits weil an dem Tag, an dem ich das Breithorn bestieg, die Nordhänge noch stark von Schnee verhüllt waren. Ich habe deshalb die Gesteinspartien, die Böse meint, offenbar nicht gesehen. Rote, mit Rhynchonellinen erfüllte Kalke habe ich allerdings auch gefunden, und zwar zahlreiche lose Stücke am Steig vom Riemannhaus auf das Breithorn in 2375 *m* Höhe und noch weiter oben, also südlicher und wohl auch mehr im Liegenden, als Böses Fundort. Teilweise waren diese Blöcke ausgedehnt genug, um deutlich zu zeigen, daß die roten Kalke nur große Schmitzen in einem grauen Kalk vom Aussehen des gewöhnlichen Dachsteinkalkes sind. Ich glaube eine gewisse Erfahrung auf dem Gebiete des alpinen Lias zu haben, weil ich mich lange Zeit ganz besonders für dieses Schichtglied interessiert habe. Deshalb will ich hinzufügen, daß das rote Gestein auf mich durchaus nicht den Eindruck von Lias, sondern entschieden den von Dachsteinkalk macht. Es ist ein ziemlich dunkel und stumpf roter, beim

---

[1] Salzburger Kalkhochgebirge, p. 104.

[2] Kalkalpen, p. 299.

Anhauchen stark tonig riechender Kalk ganz ohne Echinodermenreste. Die darin enthaltenen Brachiopoden sind meist grau, nur selten teilweise mit roter Gesteinsmasse ausgefüllt. Übrigens hat schon Bittner[1] darauf hingewiesen, daß die Eintragung von Lias auf der Nordseite des Breithornes gewisse tektonische Hilfsannahmen notwendig macht, wenn die nördliche Verlängerung dieser Schicht nicht unter die Dachsteinkalke des Plateaus hineinführen soll. In diesem Zusammenhang sei darauf aufmerksam gemacht, daß Böses Profil, Fig. 17 auf S. 513 der »Alpinen Trias«, scheinbar nicht ganz genau gezeichnet ist. Auf p. 520 gibt er das Einfallen des Dachsteinkalkes in der Südwand des Breithornes mit 30° N an. Hahn hat am Persailhorn 35° N gemessen.[2] Da das Profil etwa nach NO verläuft, ergäbe dies in der Zeichnung eine Schichtneigung von 22 bis 26° [3], während der Winkel in der Figur nur 15° beträgt, wodurch die erwähnte Schwierigkeit etwas verschleiert erscheint.

Was die Bestimmung der Rhynchonellinen vom Breithorn betrifft, so kann ich natürlich die Möglichkeit nicht bestreiten, daß dort auch *Rh. sequenzae* vorkommt.[4] Es wäre ja denkbar, daß sie und *Rh. juvavica* in verschiedenem Niveau übereinander liegen. Man könnte in diesem Zusammenhang vielleicht sogar Gewicht auf die Tatsache legen, daß Bittner seinen Fundort immer »Ramseider Scharte«, Böse den seinen aber »Breithorn« nennt. Allerdings wissen wir nicht, ob Bittner's Material vom anstehenden Gestein entnommen wurde. Die von mir auf dem Osthang des Breithornes gesammelten Stücke muß ich mit aller Entschiedenheit als *Rh. juvavica* ansprechen. Es ist notwendig, die Gründe hiefür genauer darzulegen.

Gemmellaro bezeichnet seine Art ausdrücklich als viereckig.[5] In der Tat zeigen seine Figuren und auch das bei Böse abgebildete sizilianische Exemplar an den Enden der Schloßkommissur deutliche vorspringende Ecken. Bei den Stücken vom Breithorn sind diese Ecken kaum angedeutet, wie auf Bittner's Tafel 25 und auch auf Böse's Fig. 13 zu sehen ist. Meine Exemplare haben fast alle einen mehr oder weniger unsymmetrischen Umriß. Manche Stücke fallen durch große Dicke auf. Die Aufwölbung der großen Klappe ist manchmal von deutlichen Konkavitäten begleitet, wodurch der von Bittner beschriebene dachförmige Rücken zustande kommt.

---

[1] Rhynchonellina, p. 552.

[2] Kalkalpen, p. 299.

[3] Vgl. Pia, Lessinische Alpen, Fig. 33.

[4] Das bei Böse: Rhynchonellina, Taf. VI, Fig. 13 abgebildete Stück vom Breithorn scheint allerdings nur etwa 17 Rippen zu haben, so daß es kaum zu Gemmellaros Art gehören kann.

[5] Terebratula janitor III, p. 34.

Böse gibt an, daß in Billiemi wohl die var. *coarctata*, nicht aber die var. *dilatata* auftritt. Dies zusammen mit den veröffentlichten Abbildungen muß einen auf die Vermutung bringen, daß die nordalpine Form von der sizilianischen auch in den Maßverhältnissen verschieden sei. Um die Sache genauer zu prüfen, wurde an meinem Material vom Breithorn die relative Schalenbreite, d. h. die größte Breite der Schale, ausgedrückt in Hundertsteln der Länge vom Schnabel bis zum Stirnrand, gemessen. Fünfunddreißig Stück konnten zu dieser Untersuchung herangezogen werden. Das Ergebnis war die folgende Tabelle.

Rhynchonellinen vom Breithorn.

Breite in $^0/_0$ der Länge.....	80		90		100		110		120		130		140		150
Anzahl der Stücke.........		1		3		6		9		9		6		1	

Man sieht aus ihr zunächst, daß die Verteilung der Individuen auf die Klassen eine in Anbetracht der geringen Gesamtzahl sehr regelmäßige ist. Nichts deutet auf das Vorhandensein mehrerer Maxima hin. Dies zeigt uns, daß — wenigstens in dem untersuchten Material — die auf die Proportionen gegründeten Varietäten, var. *coarctata* und var. *dilatata*, keinen systematischen Wert haben, da sie nichts anderes als extreme Varianten eines einheitlichen Formenkreises sind, nicht etwa Typen besonderer kleiner Gruppen. Die mittlere relative Breite ergibt sich zu

$$B = 117 \cdot 6 \pm 2 \cdot 3^0/_0.$$

Von dem sehr reichen sizilianischen Material liegen leider keine Messungsreihen vor, aus denen sich direkt vergleichbare Werte ableiten ließen. Gemmellaro gibt nur die Maße von sieben Vertretern. Ihre mittlere Breite beträgt $113 \cdot 9^0/_0$. Der mittlere Fehler dieser Zahl läßt sich nur sehr unvollkommen bestimmen, weil man nicht weiß, ob und in welchem Ausmaß typische, beziehungsweise extreme Exemplare bei der Messung bevorzugt wurden. Wahrscheinlich dürfte der rechnungsmäßige Wert $4 \cdot 1$ eher zu groß sein. Die Differenz der beiden Mittelwerte ist $3 \cdot 7 \pm 4 \cdot 7$. Ein Unterschied in den durchschnittlichen Proportionen der beiden verglichenen Materialien ist also nicht erwiesen. Dagegen dürfte allerdings, worauf schon Bittner hingewiesen hat[1], die Art von Sizilien merklich weniger variabel sein, als die nordalpine, denn die Extreme, die Gemmellaro angibt, sind nur 100 und $127^0/_0$ gegenüber 89 und $141^0/_0$ bei meiner Messungsreihe.

Als wichtigsten Unterschied zwischen den beiden Arten betrachten sowohl Bittner als Böse die Dichte der Berippung. Aus meiner Aufsammlung vom Breithorn erwiesen sich 40 Stück

---

[1] Rhynchonellina, p. 550.

als zur Zählung der Rippen geeignet.[1] Das Ergebnis der Untersuchung war in mehrfacher Beziehung interessant. Die Reihe, die aus den einzelnen Zählungen zusammengestellt wurde, war folgende:

Rhynchonellinen vom Breithorn.

Anzahl der Rippen	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Anzahl der Stücke	1	1	2	6	7	5	6	1	1	6	3	1
Davon ohne Spaltrippen	0	1	1	4	2	0	0	0	1	0	0	0

Schon ein flüchtiger Vergleich mit den auf p. 22 mitgeteilten Zahlen lehrt, daß die Variationsgrenzen meines Materials sich mit den von Bittner für *Rh. juvavica* ermittelten nahezu decken, während selbst meine am dichtesten verzierten Stücke rippenärmer sind, als die grobrippigsten aus Sizilien. Sieht man die Zählungsreihe etwas näher an, so springt jedoch in die Augen, daß wir es hier mit einer zweigipfeligen Kurve zu tun haben, daß in dem Material mindestens zwei Formen stecken, die sich nur mit ihren extremen Varianten übergreifen. Eine genauere Betrachtung der einzelnen Stücke ergibt, daß die den beiden Kurvenabschnitten entsprechenden Formengruppen wahrscheinlich in sich auch noch nicht einheitlich sind. Unter den rippenarmen Stücken sind vor allem solche, die überhaupt sehr schwach verziert sind, denn bei diesen sind die Rippen oft auf den mittleren Teil der Schalen beschränkt. Ferner gehört die Mehrzahl jener Exemplare, bei denen die Rippen nicht gespalten sind, derselben Gruppe an. Auch wird zu prüfen sein, ob die Zahl der Rippen mit der breiteren oder schlankeren Gesamtform in Beziehung steht. Endlich wäre es möglich, daß junge Stücke rippenärmer als alte sind, daß also die Rippenzahl mit der absoluten Größe in Korrelation steht. Auf alle diese Punkte kann erst später eingegangen werden. Zunächst kommt es darauf an, zu entscheiden, ob die Stücke vom Breithorn sich bezüglich der Rippenzahl von der typischen *Rh. sequenzae* aus Sizilien sicher unterscheiden und wir müssen diese Frage noch etwas genauer prüfen. Berechnet man die mittlere Rippenzahl für die ganze Reihe und ihren mittleren Fehler, so findet man

$$Z = 13 \cdot 55 \pm 0 \cdot 44.$$

Bezüglich der sizilianischen Art ist aus den Angaben bei Gemmellaro nur zu entnehmen, daß die mittlere Rippenzahl von 25 kaum viel verschieden sein dürfte. Setzen wir sie vorsichtshalber = 24, so ergibt sich der Unterschied gegenüber den Stücken vom Breithorn zu 10·45 oder fast 24mal so groß, als der mittlere Fehler

[1] Es konnte nicht immer auf der gleichen Klappe gezählt werden, doch dürfte dies keinen merklichen Unterschied machen. Berücksichtigt wurden alle Rippen an der Kommissur, ob sie nun vom Wirbel kommen oder erst weiter unten durch Spaltung entstehen.

von Z. Es steht also zweifellos fest, daß die nordalpinen Stücke im Durchschnitt viel weniger Rippen haben, als die sizilianischen. Dagegen ließe sich aber einwenden, daß möglicherweise wenigstens die dichtberippte Form vom Breithorn mit der von Billiemi übereinstimmt. Man wird die Grenze zwischen den beiden Teilkurven in der oben wiedergegebenen Tabelle ohne merklichen Fehler zwischen die Klassen 15 und 16 legen dürfen. Es wurde deshalb aus den vier obersten Klassen allein noch einmal ein Mittel berechnet. Man findet

$$Z' = 17 \cdot 363 \pm 0 \cdot 233.$$

Die Differenz gegenüber dem von uns angenommenen Mittelwert für die sizilianischen Stücke ist nun 6·637 oder 28·5mal der mittlere Fehler von Z'. Es kann also in beiden Fällen für vollkommen ausgeschlossen gelten, daß der gefundene Unterschied nur auf der zu geringen Zahl von Beobachtungen beruht.

Auch die Einzelheiten der Skulptur stimmen mit der von Bittner gegebenen Beschreibung vollkommen überein. Die Stärke der Berippung ist sehr schwankend. Es gibt Stücke, bei denen die Rippen nur im wirbelnäheren Teil des mittleren Abschnittes jeder Klappe deutlich zu erkennen sind, gegen die Seiten und gegen die Stirn zu aber sich vollständig verwischen. Ganz glatte Stücke habe ich allerdings in meinem Material nicht. Interessant ist der Umstand, daß unter meinen Stücken (im ganzen etwa 90) fünf mit deutlichen Anwachsstreifen sind. Bei einem sind diese so stark und die Rippen so schwach, daß — besonders gegen die Stirnkommissur zu — eine deutliche Gitterskulptur entsteht. Dieses Merkmal kommt offenbar bei verschiedenen Rhychonellinen gelegentlich vor und kann nicht zur Trennung von *Rh. juvavica* und *Rh. sequenzae*, wie Bittner früher glaubte, anderseits auch nicht zur Auflösung dieser Art, wie Böse vermutete[1], verwendet werden. Die Rippen spalten sich manchmal weit oben, manchmal auch erst nächst dem Stirnrand. Oft sind die Spaltrippen einander gleichwertig, nicht selten hat aber auch die eine den Charakter einer schwächeren Nebenrippe. Wenn der Umriß sehr assymmetrisch ist, erweist sich auch die Verzierung der beiden Schalenhälften verschieden. Gelegentlich sind dann nur auf der breiteren Seite Spaltrippen vorhanden. Endlich kommen — wie schon erwähnt — auch Stücke mit lauter einfachen Rippen vor. Sie machen, wie sich aus der Tabelle leicht berechnen läßt, 22·5 ± 6·6% des ganzen Materials aus.

Wie schon erwähnt, lehrt die Betrachtung der Tabelle, daß die Stücke mit ungespaltenen Rippen vorwiegend den rippenärmeren Klassen angehören. Berechnet man nach Bravais Formel die

---

[1] Alpine Trias, p. 518, Anm.

Korrelation zwischen der Anzahl der Rippen und dem Auftreten von Spaltrippen, so findet man

$$r = 0 \cdot 411 \pm 0 \cdot 131, \quad r : m_r = 3 \cdot 14,$$

also eine nicht sehr strenge, aber recht sichere Korrelation. Es wäre offenbar besser gewesen, die Beziehung zwischen Gesamtzahl der Rippen und Anzahl der Spaltrippen zu untersuchen, doch war das Material nicht gut genug erhalten, um diese an entsprechend vielen Stücken verläßlich zu ermitteln.

Als ein anderes Merkmal, von dem man vermuten kann, daß es mit Rippenarmut Hand in Hand geht, wurde oben ein schlanker Umriß der Schale genannt. Die relative Schalenbreite und die Rippenzahl stehen miteinander rechnerisch in einer Korrelation, die durch den Faktor

$$r = -0 \cdot 215 \pm 0 \cdot 166$$

gekennzeichnet ist. $r : m_r = 1 \cdot 295$. Die errechnete Korrelation würde also besagen, daß die Beziehung zwischen Schalenbreite und Rippenzahl eine negative ist, daß die schmalen Stücke mehr Rippen haben, als die breiten. Dieses Ergebnis ist an sich gewiß sehr unwahrscheinlich. Berücksichtigt man außerdem die durch den Bruch $r : m_r$ aufgezeigte sehr geringe Sicherheit des Ergebnisses, so ist der allein wahrscheinliche Schluß wohl der, daß die gefundene Korrelation überhaupt nur zufällig ist und in Wirklichkeit keine gesetzmäßige Beziehung zwischen Schalenform und Rippenzahl besteht. Auch die ganz verschiedene Gestalt der Variabilitätskurven für die relative Breite und für die Rippenzahl macht es ja wahrscheinlich, daß zwischen beiden kein Zusammenhang vorhanden ist.

Endlich ist noch zu prüfen, ob die Rippenzahl sich im Lauf des Wachstums ändert, in welchem Fall eine Korrelation zwischen absoluter Größe und Rippenzahl vorhanden sein müßte. Als Maßzahl für die Größe wurde die Schalenlänge verwendet. Man findet

$$r = +0 \cdot 6525 \pm 0 \cdot 0999, \quad r : m_r = 6 \cdot 53.$$

Es ist also zweifellos eine sehr deutliche Korrelation vorhanden. Aus den schon angestellten Berechnungen folgt ferner, ebenso wie aus der Beobachtung der einzelnen Stücke, daß auch zwischen Rippenspaltung und Größe ein Zusammenhang besteht, da ja die Spaltung bei manchen Exemplaren erst in fortgeschrittenen Wachtumszuständen auftritt. Es wäre müßig, auch dafür einen mathematischen Ausdruck zu berechnen. Hervorzuheben ist dagegen eine andere Schlußfolgerung aus der zuletzt ermittelten Korrelation. Schon der Vergleich der Abbildungen mit meinen Stücken zeigt

nämlich, daß die Form von Billiemi viel größer ist, als die vom Breithorn. Aus Gemmellaros Maßangaben findet man die mittlere absolute Länge zu ungefähr 14·71 *mm*. Dagegen erhält man für die Länge meiner Stücke vom Breithorn folgende Reihe:

Rhynchonellinen vom Breithorn.

Länge in *mm*...	7·05	8·05	9·05	10·05	11·05	12·05	13·05	14·05	15·05	16·05	17·05
Anzahl d. Stücke	2	2	6	6	4	6	4	4	0	1	

Die Reihe wurde mitgeteilt, um ihre langgezogene Gestalt mit vielen fast gleichen Klassen zu zeigen, die recht bezeichnend für Merkmale ist, welche sich im Laufe der Ontogenie im selben Sinn verändern. Statt eines typischen Wertes gibt es deren in einem solchen Fall eine größere Zahl wenig verschiedener, statistisch oft nicht trennbarer. Der Exzeß der Reihe ist dementsprechend gleich —0·628, also negativ und sehr beträchtlich. Die mittlere Länge meiner Stücke beträgt

$$L = 11 \cdot 52 \pm 0 \cdot 36 \; mm,$$

ist also merklich kleiner als die der sizilianischen. Ein Zweifler könnte deshalb fragen, ob der größere Rippenreichtum von Gemmellaros Exemplaren nicht einfach eine Folge ihrer bedeutenderen Größe ist, wodurch der systematische Wert dieses Merkmales natürlich sehr herabgesetzt würde. Ich habe deshalb die sogenannte Regression der Rippenzahl zur absoluten Länge der Rhynchonellinen vom Breithornostkamm berechnet und fand sie zu +0·901 Rippen für jeden *mm* der Länge. Der Unterschied der mittleren Längen der beiden Formen beträgt 3·19 *mm*. Die mittlere Rippenzahl meiner Stücke fanden wir oben zu 13·55 ± 0·44. Wären sie so groß wie die Gemmellaros, so müßte ihre Rippenzahl um 3·19 . 0·901 größer sein, d. h. sie müßte 16·42 ± 0·53 betragen (wobei die wahrscheinliche Annahme gemacht wurde, daß der mittlere Fehler sich proportional dem Mittelwert ändern würde, so daß die Variabilität als solche, gemessen durch den Variationskoeffizienten, gleich bliebe). Nachdem auf diese Weise der Größenunterschied ausgeschaltet ist, ergibt sich der Unterschied in der mittleren Rippenzahl zwischen meinem und Gemmellaros Material zu 24 — 16·42 = 7·58, ist also immer noch ganz sicher real. Man kann auch wieder die den zweiten Kurvenabschnitt bildenden vier höchsten Klassen der Tabelle auf pag. 26 allein heranziehen. Ihre mittlere Länge beträgt 13·59 ± 0·25 *mm*. Eine Berechnung der Korrelation aus diesen Klassen allein erscheint wegen der zu geringen Stückzahl nicht zweckmäßig. Es wurde vielmehr angenommen, daß die Regression dieselbe wie im Gesamtmaterial sei. Dann ergibt sich die auf die Länge der Stücke von Billiemi bezogene Rippenzahl zu 18·36 ± 0·25 und die Differenz zu 5·64; auch sie kann nicht als zufällig

angesehen werden. Meine *Rhynchonellina* ist also nicht nur absolut, sondern auch im Vergleich zur Größe rippenärmer als die Gemmelaros.

Aus allen diesen Vergleichen dürfte mit genügender Sicherheit hervorgehen, daß die auf dem Osthang des Breithornes massenhaft auftretende Brachiopodenart als *Rhynchonellina juvavica* zu bezeichnen und von *Rh. sequenzae* deutlich verschieden ist. Daraus müssen wir aber wohl schließen, daß der Gipfel des Breithornes noch der Trias, und zwar eher der norischen als der rhätischen Stufe zufällt.

Wie verträgt sich nun dieses Ergebnis mit dem Auftreten von *Terebratula gregariaeformis* knapp westlich unter dem Breithorngipfel? Handelt es sich hier vielleicht um jüngere Gesteinslagen? Böses Voraussetzung, die *T. gregariaeformis* sei eine Art der Kössener Schichten, gründet sich offenbar auf die Mitteilungen Zugmayers in der Originalbeschreibung. Aus dieser und aus Bittners mehrfachen Angaben geht jedoch hervor, daß jene Art nicht in den eigentlichen Kössener Schichten auftritt,[1] sondern im obersten Dachsteinkalk, der allerdings noch rhätisch sein dürfte. Im Jahre 1884 verwies sie Bittner sogar in den untersten Teil des Dachsteinkalkes,[2] was jedoch auf einem Irrtum beruhen dürfte, da er sie in der Brachiopodenmonographie ausdrücklich in den oberen Dachsteinkalk stellt. Sicherlich scheint mir das Vorkommen von *T. gregariaeformis* kein Beweis dafür zu sein, daß die unmittelbar hangenden Schichten schon liassisch sind. Höchstens könnte man daraus schließen, daß *Rh. juvavica* dem Rhät angehört oder doch in dieses hinaufgeht. Auch Hahn scheint sie für eine rhätische Art zu halten, vielleicht deshalb, weil er sie an der Schärtenspitze in der Hochkaltergruppe nahe der Liasgrenze fand.[3]

Zusammenfassend möchte ich also glauben, daß das Auftreten von Lias auf dem Breithorn bisher nicht bewiesen ist. Das Vorkommen rhätischer Schichten an dieser Stelle ist wahrscheinlich.

II. Tektonik.

1. Der Faltungszustand im allgemeinen.

In der eingangs angeführten Arbeit über die Lessinischen Alpen habe ich zu zeigen versucht, wie man durch die statistische Behandlung der Fallzeichen gewisse Zahlenwerte gewinnen kann, die die Gefaltetheit eines Gebietes unabhängig von der Analyse der einzelnen Falten kennzeichnen. Dies soll auch für den Bereich

---

1 Brachiopoden, pag. 278, 286.

2 Salzburger Kalkhochgebirge, pag. 105.

3 Kalkalpen, pag. 326. Der Fund scheint neu zu sein, da »Lofer« pag. 10 von derselben Stelle nur *Spiriferina jungbrunnensis* genannt wird.

der gegenwärtigen Untersuchung geschehen. Die Anzahl meiner eigenen Messungen in der Gegend von Saalfelden war nur gering. Ich habe deshalb zur Ergänzung etliche Angaben in der Literatur herangezogen, und zwar von Hahn (»Kalkalpen«, pag. 297—299, 7 Messungen), Böse (»Alpine Trias«, pag. 520, 1 Messung) und Gümbel (»Alpengebirge«, pag. 161. Aus dieser Arbeit habe ich nur zwei Fallzeichen übernommen, weil mir bei den anderen wegen der veralteten Ausdrucksweise ein Irrtum nicht unmöglich schien.) Die Mehrzahl meiner eigenen Messungen war hinlänglich genau, nur einige der ersten, die ich noch ohne geologischen Kompaß ausgeführt hatte, sind weniger sicher, doch ist ein wesentlicher Einfluß auf das Ergebnis nicht zu befürchten.

n = Gesamtzahl der verarbeiteten Fallzeichen = 51

$\Sigma\varphi$ = Fallwinkelsumme = 1834

$(\Sigma\varphi):n$ = mittlerer Fallwinkel = 35·96° = 35° 58'.

Diese Zahl sagt uns, daß das kartierte Gebiet merklich stärker gefaltet ist als irgend eine Berggruppe in den nördlichen Lessinischen Alpen (vgl. die Tabelle 75, »Lessinische Alpen« pag. 208). Das ist ganz interessant, wenn man bedenkt, daß die Lessinischen Alpen ein ausgezeichnetes Faltenland sind, das Steinerne Meer aber vielfach als ein typisches Plateaugebirge angesehen wird. Für die Aufstellung der zitierten Tabelle wurden allerdings innerhalb jeder einzelnen Berggruppe die Fallzeichendichten zwischen den Mittelschenkeln der Flexuren und den flach liegenden Teilen ausgeglichen. Im Steinernen Meer, wo gut abgegrenzte Falten fehlen, kann dies nicht geschehen, obwohl die Messungen sicherlich auch hier in den stärker steil gestellten Abschnitten dichter als dazwischen sind. Aber auch wenn man das mittlere Einfallen der Berggruppen der Lessinischen Alpen ohne Ausgleichung berechnet, erhält man nur für das Tonezzaplateau mit seiner ganz abnormen Verteilung der Beobachtungen (vgl. »Lessinische Alpen« p. 194), die derjenigen bei Saalfelden sicher nicht ähnlich ist, eine größere Zahl, als für das Steinerne Meer.

Da das kartierte Gebiet augenscheinlich eine einseitig geneigte Schichtplatte, ein bloßer Ausschnitt aus einem Faltenschenkel ist, gewinnt das, was ich das Faltungshalbdiagramm genannt habe, erhöhten Wert. Es wurde deshalb auch etwas mehr ausgestaltet.

ζ = Winkel der Halbdiagrammachse mit der magnetischen Ostrichtung = 71° 33'

L = Länge der Resultierenden des Halbdiagrammes = 1430·2

$L:n$ = 28·04° = 28° 3'.

Entsprechend dem Interferenzfaktor i des Diagrammes läßt sich auch für das Halbdiagramm eine Zahl ableiten, die angibt, in welchem

Ausmaß Faltungsrichtungen entwickelt sind, die von dem allgemeinen Schichtabfall abweichen. Ich will diese Zahl als Einheitlichkeitsfaktor e bezeichnen und definiere

$$e = 100L : \Sigma\varphi,$$

der Einheitlichkeitsfaktor ist gleich der Länge der Resultierenden, ausgedrückt in Prozenten der Gesamtwinkelsumme. Je einheitlicher der untersuchte Faltenschenkel gebaut ist, desto größer wird e. Wären alle Fallzeichen ganz gleich gerichtet, so würde $e = 100$. Wären umgekehrt alle 16 Fallrichtungen gleich stark vertreten, so bekämen wir $e = 0$. Im allgemeinen wird innerhalb eines einseitig geneigten Gebietes e wachsen, wenn i abnimmt und umgekehrt. Eine Ausnahme tritt jedoch ein, wenn eine größere Anzahl von Fallzeichen dem allgemeinen Schichtabfall gerade entgegen zeigt. Solche Schichtneigungen verkleinern sowohl e als i. Darin liegt auch der Grund, warum man beide Werte bestimmen muß und nicht aus einer kleinen Interferenz auf eine große Einheitlichkeit des Schichtabfalles schließen kann. In unserem Fall ist $e = 77{\cdot}98$.

Zum Vergleich seien die drei in den Lessinischen Alpen ausgeführten Halbdiagramme herangezogen. Man findet:

Gebiet Col Santo-Campomolon (»Lessinische Alpen« p. 140): $e = 47{\cdot}24$,

Westhang des Finocchio (»Lessinische Alpen« p. 123): $e = 61{\cdot}82$,

mittlerer Teil der Sieben Gemeinden-Flexur (»Lessinische Alpen« p. 142): $e = 84{\cdot}79$.

Der Südwesthang des Steinernen Meeres ist also in dieser Beziehung dem steilen Mittelschenkel einer lessinischen Flexur näher verwandt, als flacher gelagerten Gebieten.

Die Zeichnung des Halbdiagrammes Fig. 1a ist diesmal genau nach denselben Grundsätzen ausgeführt, wie sie für das Diagramm schon früher entwickelt wurden. Da das Halbdiagramm nicht zentrisch symmetrisch ist, muß in ihm die Nordrichtung von der Südrichtung unterschieden werden, wie es in der Zeichnung geschehen ist. Die drei Kreise sind der Grundkreis mit dem Halbmesser 45 (Maßstab der Zeichnung $3° = 1\,mm$), der Mittelkreis mit dem Halbmesser $(\Sigma\varphi):n$ und der »Einheitlichkeitskreis«, entsprechend dem Interferenzkreis, mit dem Halbmesser $L:n$. Die Größe dieses Kreises im Vergleich zum Mittelkreis veranschaulicht die Einheitlichkeit des Schichtabfalles. Die Länge der einzelnen Strahlen muß hier natürlich nach der Formel $q' = 16q : n$ berechnet werden, weil im Halbdiagramm nicht, wie im Diagramm, jede Messung zweimal vorkommt. Man überzeugt sich leicht, daß die Länge zweier gegenüberliegender Strahlen zusammen stets gleich ist wie im Diagramm Fig. 1b. Die Einzelheiten der Form des Halbdiagrammes (und Diagrammes) sind offenbar wesentlich

durch zwei Umstände bedingt: Durch die zu geringe Zahl der Messungen, die große zufällige Unregelmäßigkeiten erzeugt, und durch das, was ich die Bevorzugung der Hauptrichtungen genannt habe. Ohne diese wäre wahrscheinlich der NNO-Strahl der längste.

Die charakteristischen Zahlenwerte des Faltungsdiagrammes selbst sind für unseren Kartenbereich folgende (vgl. Textfig. 1b):

ψ = Winkel der Diagrammachse mit der Ostrichtung = 78° 28'. Die Kenntnis dieser Richtung ist unter anderem dann von Nutzen,

Fig. 1.

wenn es sich darum handelt, Querprofile durch eine Gegend zu legen. Sie zeigt uns an, wie die Schnitte verlaufen müssen, damit die in ihnen erscheinenden Schichtneigungen durchschnittlich so wenig als möglich von dem wahren Einfallen abweichen. Die Richtung der Profile auf Taf. 2 ist auf diese Art bestimmt.

R = Länge der größten Resultierenden = 1646.

$R : n$ = 32·28° = 32° 17'.

i = Interferenzfaktor = 20·37.

Die Interferenz ist also viel geringer, als in den verschiedenen Berggruppen der Lessinischen Alpen (vgl. die schon zitierte Tabelle 75).

Sie kommt der der Sieben Gemeinden-Flexur nahe (vgl. Tabelle 56, p. 189 meiner »Lessinischen Alpen«). Auch darin zeigt also unser Gebiet den Charakter eines einheitlichen Faltenschenkels, in Übereinstimmung mit dem, was aus dem Einheitlichkeitsfaktor zu schließen war. Es ist bemerkenswert, daß die Faltung viel einheitlicher ist, als selbst auf dem scheinbar so gesetzmäßig gebauten Westhang des Finocchio.

Hahn hat, ohne in Einzelheiten einzugehen, einmal gelegentlich bemerkt, daß am Westrand des Steinernen Meeres, besonders im Kamm Schindelkopf-Persailhorn, Verbiegungen im »bayrischen Sinn«, mit SW-NO streichenden Faltenachsen, deutlich zu erkennen sind[1]. Es ist mir im Gelände nicht klar geworden, welche Erscheinungen er meint. Von dem genannten Kamm selbst besitze ich allerdings keine Messungen, doch würde sich zweifellos entsprechendes abweichendes Einfallen auch weiter unten am Hang zu erkennen geben. Unser Diagramm zeigt keine Spur einer solchen Nebenfaltungsrichtung.

In einzelnen ist der Grad der Schichtaufrichtung nicht überall im Bereich der Karte derselbe. Die stärksten Steilstellungen findet man im oberen Teil des Kammes Streichenbeil-Schöneck, wo die Schichten durchwegs ungefähr senkrecht sind. Im Südhang des Breithornes ist die Neigung viel geringer. Dasselbe gilt anderseits auch für die Westseite des Selbhornes und die Mandlköpfe gleich östlich außerhalb der Karte. Ein zweites Gebiet verhältnismäßig steiler, wenn auch niemals senkrechter Schichtstellung liegt westlich der Steinalm in dem Graben nördlich der Kote 1223. Hier fallen die Muschelkalkgesteine mit 50 bis 70° Neigung gegen N oder NNO. Hahn vermutete, daß die steilgestellten Schichten westlich der Steinalm die Fortsetzung derer am Streichenbeil sind[2]. Diese Vorstellung läßt sich aber nicht genügend belegen. Weder weist das Streichen der einen Kniefalte genau auf die andere hin, noch war in dem zwischenliegenden Gebiet südlich des Breithornes ein Verbindungsglied zu finden.

Böse[3] gibt an, daß die Schichten südlich der Steinalm und nordöstlich der Riemannshöhe nach S fallen, so daß ein Sattel entsteht. Ich konnte mich von dem Vorhandensein eines zusammenhängenden Gewölbes nicht überzeugen. Ich glaube, daß Böse die Bedeutung einzelner Beobachtungen von Südfallen überschätzt hat. Die in dem Profil 3 erscheinende sattelförmige Wölbung der Werfener Schichten ist — wie wir noch sehen werden — nicht sicher festgestellt, aber — wenn überhaupt vorhanden — sicher nur von örtlicher Bedeutung. Zudem liegt sie viel südlicher, als der von Böse angegebene Streifen.

---

[1] Lofer p. 69, Anm. 1.

[2] Kalkalpen p. 300.

[3] Alpine Trias S. 522.

2. Brüche.

Die Brüche des aufgenommenen Gebietes sind fast alle unbedeutend. Nur einer hat eine größere Sprunghöhe. Da er außerdem für das Verständnis der Stratigraphie sehr wesentlich ist, muß er genauer beschrieben werden. Wenn man über den Brunnkopfkamm emporsteigt, quert man ihn nächst P. 1489. Es steht hier auf einer kleinen Verflachung des Rückens eine Jägerstube. Südlich von ihr herrscht Guttensteiner Dolomit, nördlich erscheint unvermittelt heller, grusiger, typischer Ramsaudolomit, der wenig weiter oben auch die schon erwähnten bezeichnenden Diploporen geliefert hat. Man könnte an dieser Stelle denken, daß die im W zwischen Guttensteiner Kalk und Ramsaudolomit zwischengeschalteten oberanisischen Gesteine gar nicht abgesetzt wurden. Dies scheint auch die Auffassung der früheren Aufnahmsgeologen gewesen zu sein. Steigt man jedoch nach WNW in den Saugraben hinunter, so findet man dort den Bruch nächst dem Ausgang des oberen, schluchtartigen Talabschnittes deutlich aufgeschlossen. An einer steilen Fläche stößt der helle Ramsaudolomit gegen den dunklen Guttensteiner Dolomit. Dieselbe Verwerfung ist beiderseits des großen Schuttkessels südlich der Ramseider Scharte sehr gut zu sehen. Auf der Ostseite schneidet sie den südlichsten Teil der Steilwand ab. Sie fällt hier 70° NO. Nördlich von ihr steht an dieser Stelle noch Ramsaudolomit an, wenn auch wegen der größeren Nähe der Lunzer Schichten wahrscheinlich schon ein hangender Teil. Auch auf der Westseite des Kessels besteht der südlichste Felszacken noch aus dunklem Guttensteiner Dolomit, dessen Schichten in größerer Ausdehnung, so auch noch beim sogenannten Fürstenbrunnen am Alpenvereinsweg zur Ramseider Scharte, auf dem Südkamm des Breithorns, stark gestört sind. Die Verwerfung ist hier besonders gut sichtbar, im großen senkrecht, im einzelnen wellig verbogen. (Vgl. Taf. 2, Fig. 5.) Manche Dolomitquetschlinge in ihr sind hochglänzend poliert, die Zwischenräume sind mit rötlichem Zerreibsel ausgefüllt. Das Gestein nordöstlich der Bruchlinie ist hier nach dem Kartenbild höchst wahrscheinlich Hauptdolomit, der ja freilich lithologisch vom Ramsaudolomit nicht sicher zu unterscheiden ist. Auf der Kammhöhe ist die Verwerfung von Schutt und Blöcken verdeckt. Es scheint, daß hier ein kleiner Bruch von ihr abzweigt, der sogleich zu besprechen sein wird. In der streichenden Fortsetzung des Hauptbruches liegt ein Dolomitgebiet, in dem ich keine weiteren Beobachtungen über ihn gewinnen konnte. Ich halte es aber für sehr wahrscheinlich, daß das scheinbare Fehlen der Lunzer Schichten auf der Südseite des Breithornes durch den besprochenen Bruch zu erklären ist. Die in der Karte auffallend hervortretende starke Annäherung der Lunzer Schichten an den Dachsteinkalk auf der Südseite des Persailhorns könnte ebenfalls sehr gut auf ihm beruhen. Verfolgt man seine Richtung noch weiter, so kommt man nordwestlich des Persailhorns

zu einem eigentümlichen, tief eingeschnittenen, senkrecht in den Buchmaisbach einmündenden Graben (zwischen Weißbachlalm und Rosenbühel). Ich vermute, daß die Richtung dieses Grabens durch unsere Störung vorgezeichnet ist, die hier nun ganz im Hauptdolomit verläuft. Im Buchmaisbach dürfte sie durch einen OW-Bruch abgeschnitten werden.

Das schmale und leicht kenntliche Band von oberanisischen Knollenkalken, das von der Steinalm zur Kote 1398 südlich des Persailhorns zieht, macht kleine Störungen sichtbar, die in mächtigeren Schichtgliedern verschwinden müßten, aber sicherlich überall vorhanden sind. Schon unmittelbar westlich der weiter oben (S. 14) beschriebenen Aufschlüsse bei der Quelle nächst der Jägerstube am Breithornsüdhang sieht man deutlich, daß ein wohlgebankter, mittelgrauer, bituminöser, offenbar anisischer Dolomit an einem ostwestlichen Bruch ohne Zwischenschaltung von Knollenkalken gegen Ramsaudolomit stößt. Auch in den Gräben südlich P. 1576 der Bösen Leiter konnte ich das Band der Knollenkalke trotz sehr guter Aufschlüsse nicht finden. Hier kommt aber zu dem ostwestlichen Bruch noch eine nordsüdliche Blattverschiebung, deren Harnisch in der Grabensohle selbst sehr gut zu sehen ist. Der westliche Flügel ist etwas nach S verschoben. Infolgedessen stößt in etwa 1200 *m* Höhe über eine kleine Strecke Guttensteiner Kalk der linken Grabenseite, der dem Südflügel des OW-Bruches angehört, gegen eckig zertrümmerten hellen Dolomit auf der rechten Seite, der wahrscheinlich als Ramsaudolomit des Nordflügels des OW-Bruches aufzufassen ist. Westlich des eben beschriebenen Grabens erscheinen die schwarzen, hornsteinreichen Reiflinger Kalke wieder. Doch ist noch auf dem SSW-Kamm von P. 1576 gut zu sehen, daß sie den Ramsaudolomit nicht normal unterlagern, sondern gegen ihn abstoßen. Weiter gegen die Steinalm zu treten rasch auch die roten Knollenkalke auf und der Schichtverband wird ein ungestörter. Der OW-Bruch ist entweder ausgeklungen oder er hat nach NW in den Ramsaudolomit hinein abgeschwenkt.

Es wurde bisher allgemein angenommen, daß die oberanisischen Knollenkalke vom Südhang des Persailhorns gegen O sehr rasch auskeilen.[1] Aus der Erkenntnis der beschriebenen Brüche geht hervor, daß dieses Auskeilen nicht beobachtet werden kann. Freilich fehlen die erwähnten Gesteine nach Hahns Profil[2] auch weiter östlich, auf dem Südkamm des Poneck. Aus der Karte ergibt sich aber, daß eine geringe Schwenkung unseres Hauptbruches genügte, um das Aneinanderstoßen von Guttensteiner Dolomit und Ramsaudolomit auch dort zu erklären. Der Verdacht wird verstärkt durch die verhältnismäßig geringe Mächtigkeit von nur

---

[1] Bittner: Salzburger Kalkhochgebirge S. 104. Böse: Alpine Trias S. 522. Hahn: Kalkalpen S. 300.

[2] Kalkalpen S. 300.

600 *m*, die Hahn in seinem Profil dem Ramsaudolomit gibt. Die Frage wäre jedenfalls neu zu untersuchen.

Den Bruch auf der Westseite des Ramseider Kessels hat schon Böse beobachtet und beschrieben.[1] Er spricht den hellen Dolomit zwar als Ramsaudolomit an, doch ist dazu zu merken, daß er diesen Begriff sehr weit faßt. Hahn hat Böses Angaben bezweifelt.[2] Er hält den dunklen Dolomit auf der SW-Seite der Verwerfung für karnisch. Eine solche Deutung ist vollkommen ausgeschlossen, nicht nur, weil ein dunkler karnischer Dolomit im ganzen Bereich meiner Karte bis auf geringfügige Spuren fehlt, sondern auch, weil zwischen dem dunklen Dolomit westlich P. 1322 und den Werfener Schichten für den Ramsaudolomit kein Platz ist und weil die vollkommen klaren Verhältnisse beiderseits des Saugrabens über das Alter des dunklen Dolomites keinen Zweifel lassen.

Auch auf der Südseite des Streichenbeil nähern sich Lunzer Schichten und Dachsteinkalk einander sehr auffallend. Schon auf S. 18 wurde erwähnt, daß die Reingrabener Schiefer und die sie umgebenden Dolomite hier sichtlich sehr gestört sind. Auch der im N anschließende Dachsteinkalk ist noch von vielen Harnischen durchsetzt. Diese Störungen hängen wohl sicher mit der plötzlichen senkrechten Aufrichtung der Schichten zusammen. Wir werden an die Verhältnisse der Marosticaflexur bei Schio erinnert, wo der mächtige Hauptdolomit auch stellenweise bis auf eine dünne Platte oder bis auf 0 reduziert wird, während er gleich daneben voll entwickelt ist. Gegen W scheint die Mächtigkeit des Hauptdolomites unter dem Streichenbeil rasch zuzunehmen.

Am Weg von der Weißbachlalm zur Weißbachlscharte sieht man eine kleine, aus der Scharte etwa WSW herunterziehende Verwerfung, die die Grenze zwischen Hauptdolomit und Dachsteinkalk auf der Nordseite um etwa 50 *m* absinken läßt. Ich vermute, daß dieser Bruch den Verlauf des Buchmaisbaches bestimmt hat. Es wurde schon erwähnt, daß er wahrscheinlich den großen NW-Bruch abschneidet. Wenn dies richtig ist, müßte er wohl infolge der beträchtlichen Höhenverschiedenheit beiderseits dieses Bruches seinen Sinn ändern, so daß im unteren Buchmaisgraben der Nordflügel der tiefliegende wäre. Daraus würde sich dann auch erklären, warum in dieser Gegend keine Lunzer Schichten gefunden wurden. Ich stelle mir vor, daß diese vom Sattel in mehr oder weniger verquetschtem Zustande durch den Graben südwestlich des Rosenbühel nach NW weiter streichen, dann aber von dem OW-Bruch abgeschnitten werden, so daß sie nördlich des Buchmaisbaches nirgends mehr zutage kommen.

---

[1] Alpine Trias S. 521.

[2] Kalkalpen S. 300.

Schon Böse ist aufgefallen, daß die sehr verschiedene Lagerung der Dachsteinkalkschichten auf dem Streichenbeil einerseits, dem Breithorn anderseits die Annahme eines etwa nord-südlichen Bruches in der Ramseider Scharte notwendig macht.[1] Hahn will auch diesen Bruch nicht gelten lassen.[2] Aus meinen Notizen geht aber hervor, daß ich, noch bevor ich Böses Arbeit verglichen hatte, zu ganz derselben Auffassung wie er kam.[3] In der Tat wird man die äußerst gestörte Obertrias östlich der Ramseider Scharte kaum unmittelbar — ohne eine Querstörung nach Art einer Blattverschiebung — mit der unseres Wissens ganz ruhig gelagerten unter dem Breithorn verbinden können. Auch beobachtet man am Weg zum Riemannhaus, daß der Dachsteinkalk stark zerrüttet und von vielen rot belegten Klüften durchzogen ist. Ich möchte also an Böses Darstellung festhalten, zumal sie auch die Entstehung der Scharte und der senkrechten Felssäule des Sommersteins verständlicher macht.

Die Schichtstellung auf der Westseite des Selbhorn ist im Gegensatz zum Schöneck wieder eine nur wenig geneigte, mit mäßigem nördlichen Einfallen. Vielleicht verläuft auch durch die Buchauer Scharte ein Bruch, so daß nur ein schmaler Geländestreifen stärker zusammengefaltet wäre. Doch liegt die Lösung dieser Frage außerhalb des Rahmens meiner Aufnahme.

Eine unbedeutende, in den Bereich unserer Karte fallende Verwerfung hat Hahn[4] beschrieben. Sie durchzieht den Südhang des Kopfsteins und des Rauchkopfs. Weiter verfolgen konnte ich sie nicht. Böse schließt aus einer Verschiedenheit im Streichen der beiden Talseiten, daß die Saalach zwischen Brandl und Frohnwies einer Störung folgt[5], die der vorigen ungefähr parallel wäre. Bei Hahn findet sich darüber nichts und auch ich konnte nichts Näheres ermitteln.

3. Die regionaltektonische Einordnung.

Aus der Literatur lassen sich drei Hauptarten herauslesen, wie man das von mir kartierte Gebiet in den Zusammenhang der großen tektonischen Einheiten der nördlichen Kalkalpen einordnen kann. Die Auffassung aller älteren Forscher geht natürlich dahin, daß eine im wesentlichen ungestörte, einheitliche Schichtfolge vom Phyllit bis zum Lias vorliegt. Diese Ansicht ist in neuerer Zeit, nachdem sie durch die Deckenlehre erschüttert worden war, von

---

[1] Alpine Trias S. 521.

[2] Kalkalpen S. 300.

[3] Auch Machatschek schließt sich (Salzburger Kalkalpen S. 49) in neuester Zeit Böse an. (Zusatz während des Druckes.)

[4] Lofer S. 50.

[5] Alpine Trias S. 524.

J. Nowak wieder aufgenommen worden, der sich jedoch mit unserem Gebiet nicht näher beschäftigt hat. Hahn versucht dieselbe Auffassung eingehender zu begründen. Doch hat uns der bisherige Gang der Untersuchung schon überzeugt, daß seine Beobachtungen auf dem Boden unserer Karte nicht den Wert einer Spezialaufnahme haben, daß ihm vielmehr wichtige tektonische Einzelheiten entgangen sind, so daß seine Ergebnisse wohl nicht als entscheidend angesehen werden können. Der entgegengesetzte Standpunkt wird von Haug vertreten, dem sich Kober anschließt. Sie wollen die Schichtfolge am Südwesthang des Steinernen Meeres in mehrere Decken auflösen. Leider haben auch diese Autoren die Anwendbarkeit ihrer Theorie nicht entsprechend an Ort und Stelle geprüft. Was Hahn auf S. 297 der »Nördlichen Kalkalpen« über Haugs Angaben sagt, wird wohl jeder Leser, der das Gebiet kennt, unterschreiben müssen. Eine dritte Deutungsmöglichkeit ist zwar meines Wissens niemals ausdrücklich verfochten worden, ergibt sich aber als nahe liegende Folgerung gerade aus den neuesten tektonischen Erkenntnissen über die Nachbargebiete. Bekanntlich hat Trauth gezeigt, daß der Hochkönig und das Tennengebirge mittels der »Hochgebirgsüberschiebung« über das Werfen - Sankt Martiner Schuppenland nach S bewegt sind. Es ist nun an sich wenig annehmbar, daß diese Überschiebung auf der kurzen Strecke vom Hochkönig bis Saalfelden vollständig aufhört. Aus Gesprächen ist mir bekannt, daß Trauth selbst ihre Fortsetzung nach W stets für sehr wahrscheinlich hielt. Auch ich möchte dieser Meinung zuneigen. Allerdings ist zu bemerken, daß mir ein strenger Beweis für das Vorhandensein der Überschiebung nicht gelungen ist. Das entscheidende Beweisstück, die Überlagerung jüngerer Schichten durch ältere, scheint eben tatsächlich zu fehlen. Eine Reihe von Wahrscheinlichkeitsgründen läßt sich aber dafür anführen, daß die Mittel- und Obertrias über den Werfener Schiefer ein Stück weit nach S bewegt ist:

1. Wie schon S. 9 auseinandergesetzt, ist die Rauhwacke von St. Georg höchst wahrscheinlich ein tektonisches Umwandlungsprodukt gewöhnlichen Guttensteiner Dolomites.

2. Auf das wahrscheinliche Vorhandensein von Schuppungen innerhalb der Werfener Schichten wurde schon S. 6 hingewiesen. Sehr auffallend ist auch das Vorkommen fleischroter Quarzite, wie sie sonst für den mittleren Teil der Werfener Schichten bezeichnend sind, zwischen Oed und Berger südlich der unteren Werfener von Fieberbrunn und unmittelbar neben dem Phyllit des Dürnberges. In meinem Profil 3 habe ich zwar zu zeigen versucht, daß sich diese Erscheinung auch durch die Annahme einer Falte erklären läßt, zu der die beobachteten Fallzeichen gut passen. Der Phyllit des Dürnberges könnte vom Werfener Sandstein beim Berger durch die Fortsetzung des Bruches in der Ramseider Scharte getrennt sein. Mir selbst scheint aber die Vorstellung mehr für sich

zu haben, daß die unteren Werfener Schichten den mittleren von N her etwas aufgeschoben sind.

3. Das am leichtesten kenntliche Glied der ganzen Werfener Schichtreihe sind die braunen Muschelsandsteine an der Grenze gegen die Mitteltrias. Es ist nun sehr auffallend, daß auf dem Brunnkopfkamm jede Spur dieses Gesteines fehlt. Erst auf dem Tennkamm erscheint es. Ich nahm ursprünglich einen Bruch an. Wahrscheinlicher ist aber wohl, daß die oberen Werfener Schichten infolge einer Überschiebungsbewegung des Muschelkalkes ausgequetscht sind.

4. Herr Hofrat Kerner war so liebenswürdig, mir mitzuteilen, daß er am Südhang der Leoganger Steinberge eine mehrfache Wechsellagerung von Rauhwacken und Werfener Schiefern aufgefunden hat, die er unbedingt für tektonisch ansehen muß. Dieser Punkt dürfte, sobald eine genauere Beschreibung vorliegt, für die ganze Frage wohl entscheidend werden.

Vorläufig möchte ich meinen Standpunkt dahin bestimmen, daß ich zwar die ganze Schichtfolge der Südseite des Steinernen Meeres derselben tektonischen Haupteinheit, nämlich der tirolischen zurechne, es aber für sehr wahrscheinlich halte, daß die Mittel- und Obertrias um einen gewissen Betrag über die Untertrias nach S bewegt wurde.

III. Bemerkungen über die Morphologie und das Quartär.

Diese Gegenstände liegen den Fragen, von denen ich ausgegangen bin, schon sehr ferne. Natürlich läßt es sich aber doch nicht vermeiden, daß man während der Aufnahme auch über sie einiges beobachtet. Darüber soll möglichst kurz berichtet werden.

a) Morphologie.

Klebelsberg hat jüngst einen höchst interessanten Versuch gemacht, die Abschnitte, aus denen sich die Oberfläche der Ostalpen zusammensetzt, in ein System zu bringen. Wenn ich mit ihm auch nicht in allen Einzelheiten übereinstimme[1], halte ich es doch für zweckmäßig, in diesem Abschnitt von seiner Darstellung auszugehen, weil eine selbständige Behandlung morphologischer Fragen auf einem so engen Gebiet kaum Erfolg verspricht. Nach Klebelsberg hätten wir etwa 400 *m* unter der miozänen Oberfläche, der das Plateau des Steinernen Meeres angehört, einen altpliozänen Talboden zu erwarten. Wenig tiefer, nämlich in etwa

[1] Vor allem habe ich mir nach eingehenden Studien, die an anderer Stelle veröffentlicht werden sollen, die Überzeugung gebildet, das Klebelsbergs »Hochflächensystem« in den Lessinischen Alpen nicht durch Erosion, sondern durch tektonische Verbiegung der miozänen (?) Landoberfläche entstanden ist.

1600 *m* Höhe, trifft man im oberen Buchmaistal eine auffallende Verflachung der Hänge, die von der bekannten, unten noch einmal zu erwähnenden Gehängebreccie der Weißbachlalm bedeckt ist. Weiter nördlich ist vielleicht der Vorsprung 1533 südsüdöstlich des Praghornes auf sie zu beziehen. Er könnte uns zu der breiten, flachen Einmuldung zwischen Kopfstein und Rauchkopf hinüberführen, in die die junge Schlucht des Diesbaches eingeschnitten ist, deren Rest aber um P. 1482 erhalten ist. Wenn diese Flächenstücke wirklich zusammengehören, ergibt sich allerdings ein sehr starker Abfall gegen N. Man könnte geneigt sein, ihn einer nachträglichen tektonischen Verstellung zuzuschreiben. Man muß aber bedenken, daß die Verflachung bei der Weißbachlalm sicher nicht der alten Talsohle, sondern einem höheren Teil des Hanges angehört. Ich vermutete früher, daß auch der in 1700 *m* Höhe vorspringende Kamm auf der WNW-Seite des Persailhornes mit derselben Geländestufe in Zusammenhang zu bringen sei. Während des Druckes der Arbeit entnehme ich jedoch aus der eingangs angeführten neuen Monographie Machatscheks (S. 43, Anmerkung), daß F. Leyden in den Bergen westlich der Saalach ein besonderes, etwa 1700 *m* hohes Verebnungsniveau festgestellt hat, das Machatschek in unserem Gebiet nicht finden konnte. Es scheint mir ziemlich sicher, daß wir in dem erwähnten auffallenden Vorsprung dieses bisher vermißte Niveau vor uns haben. Seine östliche Fortsetzung könnte man in dem vorspringenden Kamm des Pragkopfes südlich des Selbhorns außerhalb unserer Karte vermuten.

Die präglaziale Oberfläche liegt nach Klebelsberg 200 bis 400 *m* unter der altpliozänen. Hahn[1] hat nun ein altes Talbodensystem aus dem Gebiet von Lofer allmählich ansteigend bis in den Bereich unserer Karte verfolgt, wo er ihm die Vorsprünge von Brunnötz, des Klausberges (1130 *m*) und der Kote 1095 westlich des Kienberges zuordnet. Auf der Westseite des Breithornes ist dieses Niveau nicht deutlich nachweisbar. Dagegen dürfte ihm auf der Südseite der lange flache Rücken P. 1181—P. 1187—P. 1126 zugehören (vgl. Taf. II, Fig. 1). Gerade dort, wo diese Verebnung nicht entwickelt ist, im Bereich des Öfenbaches und Kallenbaches, wird nun aber eine um etwa 200 *m* höhere Stufe sehr auffallend, die auch in der eben angezogenen Figur ungemein deutlich hervortritt. Es gehört ihr der Gipfel des Kienberges, der Sattel, der Rosenbühel, vielleicht auch das Hahnfalzköpfel an, weiterhin der Rücken der Steinalm und der Gipfel des Bürgerberges. Daß es sich dabei um eine besondere, von der tieferen verschiedene Fläche, nicht etwa um verworfene Teile derselben handelt, geht daraus wohl unzweifelhaft hervor, daß auf dem Kienberg beide Verebnungen unmittelbar nebeneinander zu erkennen sind. Das sonst meist herrschende Verhältnis der Ausschließung beruht offenbar darauf, daß dort, wo die tiefere Stufe weiter in den

[1] Lofer S. 25.

Hang hineingreift und deshalb heute noch zu sehen ist, die höhere durch denselben Erosionsvorgang zerstört wurde. Das Alter der beiden Täler, denen die erwähnten Reste zugehören, läßt sich leider nicht ermitteln. Machatschek verteilt, wie ich nachträglich sehe, die von Hahn der tieferen Fläche zugewiesenen Punkte auf zwei verschiedene Talböden, von denen der untere der unmittelbar präglaziale wäre. Wenn man sich nur an das von mir kartierte Gebiet hält, scheint mir Hahns ältere Auffassung fast besser zu entsprechen. Nur der Dürnberg dürfte sicher einer tieferen Stufe angehören (siehe Machatschek p. 49).

Im Gebiet des Diesbaches und Pürzelbaches scheinen junge Talanzapfungen eine große Rolle zu spielen. Das obere Diesbachtal wurde früher zweifellos westwärts gegen Frohnwies entwässert. Der ganze untere Teil des heutigen Tales, bei der Diesbachmühle, ist eine sehr steile, ungangbare, augenscheinlich ganz junge Schlucht. Übrigens scheinen auch im Bereich der Pürzelbachalm weitere Talverlegungen vorgekommen zu sein, auf die hier aber nicht eingegangen werden muß.

Auf der Südseite des Klausberges treten hoch über der heutigen Sohle des Buchmaisbaches zwei Wasserfälle aus der Felswand hervor. Das durch sie angedeutete Höhlensystem muß offenbar auch zu einer höheren Lage der Talsohle gehören. Ihr heutiger Austrittspunkt liegt allerdings tiefer als die tiefsten von uns verfolgten Terrassen. Eine nähere Untersuchung hätte festzustellen, ob er vielleicht nur auf einer Wanderung in den heutigen Talgrund begriffen ist.

b) Gehängebreccien.

Die interessanteste Ablagerung solcher Breccien findet sich im Umkreis der Weißbachlalm im obersten Buchmaisbachgraben. Die Ausdehnung ist auf der Karte ersichtlich. Das Gestein besteht hauptsächlich aus schlecht gerundeten Dachsteinkalkstücken, die durch ein gelbliches oder rötliches Kalkbindemittel sehr fest verkittet sind. Die unregelmäßigen, groben Bänke, in die es gegliedert ist, fallen parallel mit dem Hang, am Weg von der Weißbachlalm zur Hollermaisalm 23° WSW. Die Mächtigkeit beträgt mindestens 25 *m*. Das Gestein ist teilweise so hart, daß große Blöcke davon noch weit unten im Buchmaisbach häufig sind. Schon Gümbel ist diese Bildung aufgefallen.[1] Er hat es zutreffend beschrieben, konnte aber über die Deutung nicht ins klare kommen. Sehr wichtig sind die Beobachtungen Brückners.[2] Er fand, daß die Breccie von einer lokalen Grundmoräne überlagert und vom Gletscher geschliffen ist. Sie ist also sicher älter als die letzte Vereisung. In ihrem Liegenden konnten aber keine weiteren quartären Gebilde gefunden werden,

---

[1] Alpengebirge p. 802, Bayern p. 229.

[2] Salzachgebiet p. 13 und 70 bis 71.

so daß das Alter gegen unten unbestimmt bleibt. Wir sahen, daß die Terrasse, der die Breccie aufliegt, wahrscheinlich unterpliozän ist. Die Schutthalde, aus der das fragliche Gestein hervorging, kann aber selbstverständlich viel jünger sein. In den »Alpen im Eiszeitalter« hat Penek das besprochene Gebilde nur flüchtig erwähnt.[1] Auch er vermag das Alter nicht zu bestimmen.

Kleine Vorkommen von verfestigtem Gehängeschutt sind auch sonst im Gebiet nicht selten. Man findet sie beispielsweise am Weg von der Riemannshöhe zur Ramseider Scharte auf dem Rücken zwischen den beiden Ästen des Jufersbaches und etwas nordwestlich davon oberhalb des Weges, unweit P. 1398. Analog sind wohl auch die Konglomerate, die Gümbel am Weg von Alm auf den Buchauer Sattel fand.[2] Es ist jedoch durchaus zweifelhaft, ob diese Breccien mit denen von der Weißbachlalm gleichaltrig sind. Ich hatte den Eindruck, daß es sich eher um einzelne verfestigte Lagen in einem sonst lockeren Schutt handelt. Die Kalkblöcke sind oft ziemlich gerundet. Es mag wohl auch Moränenmaterial vertreten sein. Dieselbe Schwierigkeit zu entscheiden, ob gewisse Gehängebreccien interglazial oder postglazial sind, begegnete auch Hahn in einem unteren Abschnitt des Saalachgebietes.[3]

Eine eigentümliche Gehängebreccie ist in dem Graben, der vom Bauernhof 1070 nach Schinking herunter zieht, zu sehen. Sie besteht fast nur aus eckigen Werfener Sandsteinstücken.

c) Gehängeschutt.

Noch viel verbreiteter als die Gehängebreccien sind auf der Südseite des Breithornes lockere Schuttmassen. Teilweise haben sie sicher ein beträchtliches Alter. So beobachtet man in dem östlichen Ast des Jufersbaches oberhalb des Touristenweges, daß ein fester zusammengelagerter, deutlich gelber Schutt von dem Bach angeschnitten und von dem jüngeren, viel beweglicheren, grau gefärbten Schutt überflossen wird. Ob nicht ein gewisser Teil dieser älteren Schuttmassen als lokale Moräne zu deuten ist, möchte ich nicht entscheiden. Gekritzte Geschiebe habe ich nicht gefunden, aber wohl auch zu wenig danach gesucht.

d) Moränen.

Auf die große Verbreitung erratischer, zentralalpiner Gesteine im Bereich unserer Karte hat schon Brückner hingewiesen.[4] Gut

---

[1] p. 392. Es heißt dort irrtümlich »am Ostabfall« statt »am Westabfall« des Steinernen Meeres.

[2] Alpengebirge p. 161. Die Bezeichnungen »Massinger« und »Rohrmoos Alpe« fehlen auf den neueren Karten, finden sich aber auf Gümbels geognostischer Karte.

[3] Lofer p. 33.

[4] Salzachgebiet p. 15.

aufgeschlossen ist die Moräne nur selten, am besten vielleicht in dem schon erwähnten Graben östlich des Berger bei Schinking. Sie besteht hier vorwiegend aus Werfener Sandsteinen mit vielen Gneisblöcken. In ihrem Liegenden ist ein grauer, sandiger, glimmerreicher Glazialton zu sehen. Durch Gletscherverfrachtung ist auch die große Verbreitung von losen Werfener Sandsteinstücken weit oberhalb des Anstehenden dieser Formation zu erklären. Am Südhang des Kienberges und Sattels ist jede Vertiefung des Dolomitfelsens damit ausgeschmiert, so daß man sich immer wieder fragt, ob nicht doch Werfener Schichten anstehen. Diese Moräne reicht bis etwa 1200 *m* Höhe hinauf. Von da an werden die Werfener Stücke rasch seltener. Nach Brückner[1] stand das Eis am Eingang der Hohlwege während der letzten Eiszeit jedoch etwa 1700 *m* hoch. Die Ursache, warum erratische Gesteine im oberen Teil des Hanges fehlen, hat Brückner in dem Herabströmen lokaler Eismassen vom Steinernen Meer gefunden, die das zentralalpine Eis hinunterdrückten. Diese Annahme einer vom Steinernen Meer weg gegen S oder SW gerichteten Eisbewegung findet eine Bestätigung in dem Auftreten erratischer Kalkblöcke mitten in dem Werfener Schiefergelände des Bürgerberges, am Kamm westlich des Gipfels. Das Gestein der Blöcke ist ein hellgrauer, reiner Kalk, wahrscheinlich Dachsteinkalk. Es geht uns hier auch deshalb an, weil es Auswitterungen kleiner Röhrchen zeigt, die ich an Ort und Stelle für Diploporen hielt. Leider hat die Untersuchung mehrerer Schliffe zu keiner Bestimmung geführt, ja sie hat mich sogar in der Meinung, daß überhaupt Dasycladaceen vorliegen, wieder schwankend gemacht. Es wäre sehr wichtig gewesen, einmal sichere Diploporen im Dachsteinkalk zu finden, was bisher niemals gelungen ist.

e) Schotter.

Mit diesen habe ich mich nicht beschäftigt. Ich kann deshalb nur auf Brückners viel zitierte Arbeit verweisen. Er fand bei Stoiß in den Hohlwegen Reste des Niederterrassenschotters.[2] Die etwa 800 *m* hohe Schotterterrasse, die das rechte Ufer der Urschlauer Ache von Alm bis gegen Saalfelden begleitet, hält er für postglazial.[3] Schließlich wären noch die jungalluvialen Flußschotter zu erwähnen, die heute überall im Saalachtal den Felsboden verhüllen.

Ergebnisse bezüglich der Diploporen.

1. In reinen, hellen Kalken des oberen Teiles der anisischen Stufe finden sich *Physoporella dissita* und Übergangsformen zu

---

[1] Salzachgebiet p. 23, p. 46 und Taf. 1.

[2] A. a. O. p. 89 und 96.

[3] Ebenda p. 127.

Physoporella pauciforata. Dieses Algengestein wurde als Steinalmkalk bezeichnet.

2. Im Ramsaudolomit, und zwar sicher ladinischen Alters, ist *Teutloporella herculea* häufig. Es ist bemerkenswert, daß die dolomitisierten Teile des Steinalmkalkes faziell vom Ramsaudolomit nicht zu unterscheiden sind. Dies spricht dafür, daß die abweichende Zusammensetzung der Diploporenflora chronologisch, nicht faziell zu erklären ist.

3. Das vermutete Auftreten von Diploporen im Dachsteinkalk konnte auch diesmal nicht sicher festgestellt werden, weil sowohl die Bestimmung der Fossilien als das Alter des nur in erratischen Blöcken vorliegenden Gesteins zweifelhaft ist.

Erklärung zu Tafel 2.

Die Bezeichnung der Schichtglieder ist dieselbe wie auf der Karte.

1. Ansicht des Steinernen Meeres von Saalfelden aus. Unter Benutzung einer käuflichen Photographie.

2 bis 4. Profile im Maßstab der Karte. Vergl. diese.

5. Die Verwerfung auf der Westseite des Ramseider Kessels. Links Guttensteiner Dolomit, rechts Hauptdolomit. *B—B* = Verlauf des Bruches. Er erscheint nur deshalb schräg, weil er nicht im Streichen gesehen ist. Nach einer Aufnahme des Verfassers.

Geologische Skizze des Südwesthanges des STEINERNEN MEERES bei SAALFELDEN

Maßstab 1:50000

Fallzeichen

0° 30° 60° 90°

1 = Standpunkt für Ansicht 1

2, 3, 4 = Profile

5 = Standpunkt für Ansicht 5

⊚ Diploporenfundstellen

Quartär im allg.

Weißbachlbreccie

Km

Dachsteinkalk

Hauptdolomit

Lunzer Schichten

Ramsaudolomit

Hornsteinknollenk.

Steinalmkalk

Guttensteiner K.

Saalfeldener Rauhwacke

Obere Werfener Schichten

Mittlere Werfener Schichten

Untere Werfener Schichten

Phyllit

Ortschaften

PIA fec. 1923

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.

N
Rauch K.
P. 1095
Kienberg
Praghorn
Finsterbach K.
Sattel
P. 1702
Hollermaishorn
Persailhorn
Steinalm

Streichenbeil
P. 2130
N 4° E
Schindlkopf
3
P. 1852
P. 1593
1000 m
1000 m
Kall

Sattel
4
Öfenbach
St. Ge
1000 m

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.